

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM  
ENGENHARIA MECÂNICA**

**PROPOSTA DE MODELO PARA A GESTÃO DO CONHECIMENTO NO PROJETO DE  
MOLDES DE INJEÇÃO**

**Dissertação submetida à**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA**

**para a obtenção do grau de**

**MESTRE EM ENGENHARIA MECÂNICA**

**KELLY PATRÍCIA DIAS**

**Florianópolis, Março de 2008**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM  
ENGENHARIA MECÂNICA**

**PROPOSTA DE UM MODELO PARA A GESTÃO DO CONHECIMENTO NO PROJETO DE  
MOLDES DE INJEÇÃO**

**KELLY PATRÍCIA DIAS**

**Esta dissertação foi julgada adequada para a obtenção do título de  
MESTRE EM ENGENHARIA**

**ESPECIALIDADE ENGENHARIA MECÂNICA  
sendo aprovada em sua forma final.**

---

**Walter Lindolfo Weingaertner, Dr. Ing.  
Orientador**

---

**Régis Kovacs Scalice, Dr. Eng.  
Co-Orientador**

---

**Fernando Cabral, Ph.D. - Coordenador do Curso**

**BANCA EXAMINADORA**

---

**Fernando Antônio Forcellini, Dr. Eng.- Presidente**

---

**Carlos Henrique Ahrens, Dr. Eng.**

---

**Rodrigo Lima Stoeterau, Dr. Eng.**

**“O temor do Senhor é o princípio do  
Saber, mas os loucos desprezam a  
sabedoria e o ensino.”**

**Pv 1.7**

**Dedico este trabalho à minha família:  
minha mãe Tânia Wolfgramm Dias,  
meu pai Marcos Antônio Dias,  
meu irmão Mark e minha irmã Nichelly,  
que sempre estiveram ao meu lado.**

## AGRADECIMENTOS

A Deus, por tudo.

Aos meus pais pelo amor, educação, incentivo e apoio, em especial a minha mãe pelas longas esperas no campus da UFSC.

Aos professores, Dr. Walter Lindolfo Weingaertner pela ajuda, Régis Kovacs Scalice pelas sugestões, orientações e apoio, ao Prof. Fernando Antônio Forcellini pelas contribuições e orientações para comigo e com este trabalho.

Aos professores membros da banca examinadora, Prof. Carlos Henrique Ahrens e Prof. Rodrigo Lima Stoeterau, pelas observações e sugestões realizadas.

Às empresas da região de Joinville e aos profissionais e especialistas que participaram das entrevistas.

Aos profissionais, especialistas e colegas pela contribuição durante a avaliação do modelo: Carlos Maurício Sacchelli, Robson Francisco Lischka, Sr. Ivo cambuzzi, Leônidas Cayo Mamami Gilapa, Sérgio Luis Silva, Prof. Adriano Fagali de Souza, Éder Carlos Jönck, Hermes Herbert Muller, Sr. José Anésio, Alexandre Moeckel, Luis Hamilton Anzini e Alisson Paulo Ramos.

Ao Prof. Carlos Maurício Sacchelli por ter me encaminhado para este mestrado.

Aos amigos Gunther Josué Costa e Sérgio Luis Silva pelo apoio durante as dificuldades enfrentadas durante este trabalho.

Aos colegas e amigos do Posmec, que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho: Marcelo Gitirana Gomes Ferreira, Ivo Rodrigues Montanha Junior, Eduardo Natal Meller, Cindy Johanna Ibarra Gonzalez e Hugo Gaspar Santos.

A Lyara Wolfgramm pela ajuda, principalmente na etapa final deste trabalho, e a Daiana Schattschneider Dias e Lidiane Alessa Tribess pelos empréstimos de livros.

A Ricardo Spezzia pelas contribuições dadas neste trabalho.

À minha Oma, Aguida Heiler Wolfgramm, pelas orações realizadas.

Ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica (POSMEC) por conceder a oportunidade da realização deste trabalho.

Ao CNPq pelo apoio financeiro.

Muito obrigada!

## SUMÁRIO

<b>LISTA DE FIGURAS .....</b>	<b>ix</b>
<b>LISTA DE TABELAS .....</b>	<b>xiii</b>
<b>LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS .....</b>	<b>xv</b>
<b>RESUMO .....</b>	<b>xvi</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>xvii</b>
<b>CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO.....</b>	<b>01</b>
1.1 GENERALIDADES .....	01
1.2 PROBLEMA DE PESQUISA.....	04
1.3 OBJETIVOS DO TRABALHO .....	05
1.4 JUSTIFICATIVAS .....	05
1.5 CONTRIBUIÇÕES E DELIMITAÇÕES DO TRABALHO .....	06
1.6 METODOLOGIA DE PESQUISA .....	06
1.7 ESTRUTURA DO TRABALHO.....	08
<b>CAPÍTULO 2 - CONSIDERAÇÕES GERAIS SOBRE MOLDES DE INJEÇÃO, SEU PROJETO E GESTÃO DO CONHECIMENTO .....</b>	<b>9</b>
2.1 INTRODUÇÃO .....	9
2.2 A CADEIA PRODUTIVA DE TRANSFORMADOS PLÁSTICOS .....	9
2.3 PROCESSO DE TRANSFORMAÇÃO – MOLDAGEM POR INJEÇÃO .....	10
2.4 DESENVOLVIMENTO E PROJETO DE PRODUTOS PLÁSTICOS INJETADOS.....	11
2.5 MOLDES DE INJEÇÃO .....	14
2.5.1 FUNÇÕES DOS SISTEMAS .....	15
2.5.2 CLASSIFICAÇÃO DOS MOLDES.....	29
2.5.3 PROJETO DE MOLDES DE INJEÇÃO.....	31
2.5.4 SISTEMAS DE APOIO AO PROJETO DE MOLDES DE INJEÇÃO.....	34
2.5.5 CONSIDERAÇÕES SOBRE O PROJETO DE MOLDES E SEUS SISTEMAS DE APOIO.....	37
2.6 GESTÃO DO CONHECIMENTO.....	37
2.6.1 DIFERENCIAÇÃO DE DADOS, INFORMAÇÕES E CONHECIMENTO.....	38
2.6.2 TIPOS DE CONHECIMENTO.....	42
2.6.3 CRIAÇÃO E CONVERSÕES DO CONHECIMENTO. ....	43
2.6.4 CONHECIMENTO ORGANIZACIONAL.....	44
2.6.5 GESTÃO DO CONHECIMENTO .....	44
2.6.6 MODELOS DE GESTÃO DO CONHECIMENTO.....	45
2.7 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	51

<b>CAPÍTULO 3 - CARACTERIZAÇÃO DO PROJETO DE MOLDES DE INJEÇÃO .....</b>	<b>53</b>
3.1 INTRODUÇÃO .....	53
3.2 CICLO DE DESENVOLVIMENTO DE UM MOLDE DE INJEÇÃO .....	53
3.3 PESQUISA SOBRE GESTÃO DO CONHECIMENTO NO DESENVOLVIMENTO DE MOLDES DE INJEÇÃO .....	58
3.3.1 ASPECTOS GERAIS DAS EMPRESAS.....	58
3.3.2 CARACTERIZAÇÃO DO AMBIENTE DE DESENVOLVIMENTO DE PROJETO DE MOLDES.....	60
3.4 O PROCESSO DE PROJETO DE MOLDES DE INJEÇÃO.....	63
3.4.1 PROJETO INFORMACIONAL .....	65
3.4.1.1 PREPARAR INFORMAÇÕES DO PROJETO DO MOLDE .....	66
3.4.1.2 IDENTIFICAR OS REQUISITOS DO CLIENTE DO MOLDE .....	67
3.4.1.3 DEFINIR RESTRIÇÕES DO MOLDE DE INJEÇÃO .....	68
3.4.1.4 DEFINIR ESPECIFICAÇÕES DO MOLDE DE INJEÇÃO .....	69
3.4.2 PROJETO CONCEITUAL .....	70
3.4.2.1 DEFINIR O LEIAUTE DAS CAVIDADES .....	70
3.4.2.2 LOCALIZAR A(S) LINHA(S) DE PARTIÇÃO DO MOLDE .....	71
3.4.2.3 DESENVOLVER O CONJUNTO MACHOS/CAVIDADES/GAVETAS .....	72
3.4.2.4 PROJETAR SISTEMA DE ALIMENTAÇÃO .....	73
3.4.2.5 PROJETAR SISTEMA MECÂNICO.....	73
3.4.2.6 PROJETAR SISTEMA DE EXTRAÇÃO .....	74
3.4.2.7 PROJETAR SISTEMA DE REFRIGERAÇÃO.....	75
3.4.2.8 PROJETAR SISTEMA DE GUIAS E ALINHAMENTO.....	76
3.4.2.9 PROJETAR SISTEMA DE VENTILAÇÃO .....	76
3.4.2.10 ANÁLISE DA CONCEPÇÃO DO MOLDE .....	77
3.4.3 PROJETO DETALHADO .....	78
3.4.3.1 DETALHAR COMPONENTES DO MOLDE DE INJEÇÃO .....	79
3.5 O CONHECIMENTO NO PROJETO DE MOLDES .....	80
3.5.1 O CONHECIMENTO NA FASE DE PROJETO INFORMACIONAL DO MOLDE .....	80
3.5.2 O CONHECIMENTO NA FASE DE PROJETO CONCEITUAL DO MOLDE .....	82
3.5.3 O CONHECIMENTO NA FASE DE PROJETO DETALHADO DO MOLDE .....	87
3.6 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	87
<b>CAPÍTULO 4 - PROPOSTA DE MODELO PARA A GESTÃO DO CONHECIMENTO NO PROJETO DE MOLDES DE INJEÇÃO .....</b>	<b>89</b>
4.1 INTRODUÇÃO .....	89
4.2 MODELO DE GESTÃO DO CONHECIMENTO NO PROJETO DE MOLDES DE INJEÇÃO .....	89
4.3 GESTÃO DO CONHECIMENTO NO PROJETO INFORMACIONAL.....	91

4.4 GESTÃO DO CONHECIMENTO NO PROJETO CONCEITUAL .....	96
4.5 GESTÃO DO CONHECIMENTO NO PROJETO DETALHADO .....	101
4.6 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	103

## **CAPÍTULO 5 - AVALIAÇÃO DO MODELO DE GC PARA O PROJETO DE MOLDES DE INJEÇÃO..... 104**

5.1 INTRODUÇÃO .....	104
5.2 PROCEDIMENTOS DE AVALIAÇÃO .....	104
5.3 ANÁLISE DOS RESULTADOS OBTIDOS .....	107
5.4 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	116

## **CAPÍTULO 6 - CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES..... 119**

6.1 INTRODUÇÃO .....	119
6.2 CONCLUSÕES .....	119
6.3 RECOMENDAÇÕES .....	121

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....** 122

## **APÊNDICES..... 128**

Apêndice A - Questionário estruturado e resultado da pesquisa .....	129
Apêndice B - Formulário de identificação dos requisitos dos clientes.....	142
Apêndice C - Formulário de identificação das restrições do molde.....	143
Apêndice D - Formulário de especificações do molde .....	144
Apêndice E - Lista de verificação da concepção do molde .....	145
Apêndice F - Fluxo de atividades, tarefas e formulários de GC da fase de projeto informacional do molde de injeção .....	146
Apêndice G - Fluxo de atividades, tarefas e formulários de GC da fase de projeto conceitual do molde de injeção.....	154
Apêndice H - Formulário de GC da fase de projeto detalhado do molde de injeção.....	183

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1 - Segmentação do material plástico setorial.....	01
Figura 1.2 - Comércio exterior brasileiro de moldes para a transformação de plásticos.....	03
Figura 2.1 - Ciclo do processo de injeção .....	11
Figura 2.2 - Ciclo de vida e ciclo de desenvolvimento do componente injetado. ....	12
Figura 2.3 - Abordagem da metodologia de desenvolvimento integrado de produtos de plástico .....	13
Figura 2.4 - Fases e etapas do processo de desenvolvimento de componentes de plásticos injetados.....	13
Figura 2.5 - Elementos do molde de injeção. ....	15
Figura 2.6 - Sistema de alimentação.....	18
Figura 2.7 - Ventilação pela linha de abertura.....	24
Figura 2.8 - Representação do fluxo laminar e turbulento.....	25
Figura 2.9 – Interação entre os componentes de um molde durante o seu projeto .....	33
Figura 2.10 - Troca de informações no projeto de peças plásticas injetadas.....	34
Figura 2.11 - Relação entre níveis na hierarquia.....	38
Figura 2.12 - Modos de conversão do conhecimento.....	43
Figura 2.13 - Espiral da criação do conhecimento .....	44
Figura 2.14 - Modelo de cinco fases do processo de criação do conhecimento .....	47
Figura 3.1 - Ciclo de desenvolvimento de um molde de injeção. ....	54
Figura 3.2 - Fases de desenvolvimento do molde de injeção. ....	57
Figura 3.3 - Principal ramo de atuação das ferramentarias pesquisadas. ....	59
Figura 3.4 - Experiência dos projetistas. ....	60
Figura 3.5 - Critérios para definir quem executará o projeto do molde. ....	61
Figura 3.6 - Informações utilizadas no projeto de novos moldes. ....	61
Figura 3.7 - Utilização do CAE. ....	62
Figura 3.8 - Retorno após entrega do molde e início da produção.....	63
Figura 3.9 - Atividades do processo do projeto do molde. ....	64
Figura 3.10 - Atividades do processo do projeto informacional do molde. ....	66
Figura 3.11 - Tarefas da atividade “preparar informações de projeto”. ....	67
Figura 3.12 - Tarefas da atividade “identificar os requisitos do cliente do molde.....	67
Figura 3.13 - Tarefas da atividade “definir restrições do molde de injeção”.....	68
Figura 3.14 - Tarefas da atividade “definir especificações do molde de injeção”.....	69
Figura 3.15 - Atividades do processo do projeto conceitual do molde. ....	70
Figura 3.16 - Atividade “definir leiaute das cavidades”.....	71

Figura 3.17 - Atividade “localizar linha(s) de partição do molde.....	71
Figura 3.18 - Atividade “desenvolver o conjunto machos/cavidades/gavetas”.....	72
Figura 3.19 - Atividade “projetar sistema de alimentação”.....	73
Figura 3.20 - Atividade “projetar sistema mecânico”.....	74
Figura 3.21 - Atividade “projetar sistema de extração”.....	75
Figura 3.22 - Atividade “projetar sistema de refrigeração”.....	76
Figura 3.23 - Atividade “projetar sistema de guias e alinhamento”.....	77
Figura 3.24 - Atividade “projetar sistema de ventilação”.....	77
Figura 3.25 - Atividade “análise da concepção do molde”.....	78
Figura 3.26 - Atividades da fase de projeto detalhado.....	78
Figura 3.27 - Tarefas da atividade “detalhar componentes do molde”.....	79
Figura 4.1 - Elementos do processo de projeto do molde.....	90
Figura 4.2 - Processo de GC no projeto de moldes de injeção.....	90
Figura 4.3 - Atividades da fase de projeto informacional do molde de injeção.....	95
Figura 4.4 - Tarefas da atividade de documentar as informações analisadas e decisões tomadas.....	95
Figura 4.5 - Atividades da fase de projeto conceitual.....	100
Figura 4.6 - Tarefas da atividade de documentar as decisões tomadas registrar as lições aprendidas.....	100
Figura 4.7 - Atividades e tarefas da fase de projeto detalhado.....	102
Figura 5.1 - Resultado da avaliação dos projetistas e dos especialistas em relação ao critério clareza e objetividades.....	108
Figura 5.2 - Resultado da avaliação dos projetistas e dos especialistas em relação ao critério abrangência.....	109
Figura 5.3 - Resultado da avaliação dos projetistas e dos especialistas em relação ao critério aplicação.....	109
Figura 5.4 - Resultado da avaliação dos projetistas e dos especialistas em relação ao critério conteúdo para captura dos conhecimentos e informações.....	110
Figura 5.5 - Resultado da avaliação dos projetistas e dos especialistas em relação ao critério conteúdo para formalizar os conhecimentos e informações capturados.....	111
Figura 5.6 - Resultado da avaliação dos projetistas e dos especialistas em relação ao critério conteúdo para armazenar os conhecimentos e informações capturados.....	111
Figura 5.7 - Resultado da avaliação dos projetistas e dos especialistas em relação ao critério conteúdo para transferir os conhecimentos e informações capturados.....	112

Figura 5.8 - Resultado da avaliação dos projetistas e dos especialistas em relação ao critério conteúdo para aplicar os conhecimentos e informações capturados em novos projetos.....	113
Figura 5.9 - Resultado da avaliação dos projetistas e dos especialistas em relação ao critério benefícios para auxiliar no controle da qualidade.....	114
Figura 5.10 - Resultado da avaliação dos projetistas e dos especialistas em relação ao critério benefícios para auxiliar a compartilhar conhecimentos. ....	115
Figura 5.11 - Resultado da avaliação dos projetistas e dos especialistas em relação ao critério benefícios para auxiliar na redução do tempo de desenvolvimento do projeto. ....	115
Figura 5.12 - Resultado da avaliação dos projetistas e dos especialistas em relação ao critério benefícios para auxiliar no registro de lições aprendidas. ....	116
Figura A.1 - Resultado das fases que devem ser seguidas no desenvolvimento do projeto dos moldes de injeção. ....	141
Figura F.1 - Tarefas da atividade de preparar informações do projeto do molde.....	146
Figura F.2 – Formulário de GC na preparação de informações do projeto do molde. ....	147
Figura F.3 - Tarefas da atividade de identificar requisitos do cliente. ....	148
Figura F.4 – Formulário de GC na identificação dos requisitos do cliente do molde. ....	149
Figura F.5 - Tarefas da atividade de definir restrições do molde. ....	150
Figura F.6 – Formulário de GC na definição das restrições do molde .....	151
Figura F.7 - Tarefas da atividade de definir especificações do molde. ....	152
Figura F.6 – Formulário de GC na definição das especificações do molde .....	153
Figura G.1 - Tarefas da atividade de definir o leiaute das cavidade. ....	154
Figura G.2 – Formulário para documentar as especificações e interações analisadas e decisões tomadas na atividade de definir o leiaute das cavidades .....	156
Figura G.3 - Tarefas da atividade de localizar a(s) linha(s) de partição do molde. ....	157
Figura G.4 - Formulário para documentar as especificações e interações analisadas e decisões tomadas na atividade de localizar a(s) linha(s) de partição do molde. ....	158
Figura G.5 - Tarefas da atividade de desenvolver o conjunto machos/cavidades/gavetas.	161
Figura G.6 - Formulário para documentar as especificações e interações analisadas e decisões tomadas na atividade de desenvolver o conjunto machos/cavidades/gavetas.....	162
Figura G.7 - Tarefas da atividade de projetar sistema de alimentação. ....	164

Figura G.8 - Formulário para documentar as especificações e interações analisadas e decisões tomadas na atividade de projetar sistema de alimentação.....	165
Figura G.9 - Tarefas da atividade de projetar sistema mecânico.....	168
Figura G.10 - Formulário para documentar as especificações e interações analisadas e decisões tomadas na atividade de projetar sistema mecânico.....	169
Figura G.11 - Tarefas da atividade de projetar sistema de extração.....	171
Figura G.12 - Formulário para documentar as especificações e interações analisadas e decisões tomadas na atividade de projetar sistema de extração. ....	173
Figura G.13 - Tarefas da atividade de projetar sistema de refrigeração.....	174
Figura G.14 - Formulário para documentar as especificações e interações analisadas e decisões tomadas na atividade de projetar sistema de refrigeração.....	175
Figura G.15 - Tarefas da atividade de projetar sistema de guias e alinhamento. ....	177
Figura G.16 - Formulário para documentar as especificações e interações analisadas e decisões tomadas na atividade de projetar sistema de guias e alinhamento. ...	178
Figura G.17 - Tarefas da atividade de projetar sistema de ventilação. ....	180
Figura G.18 - Formulário para documentar as especificações e interações analisadas e decisões tomadas na atividade de projetar sistema de ventilação.....	181
Figura H.1 - Formulário de Gestão do Conhecimento na fase de projeto detalhado do molde .....	183

**LISTA DE TABELAS**

Tabela 2.1 - Sistemas funcionais de um molde de injeção. ....	15
Tabela 2.2 - Comparação dos leiautes das cavidades.....	17
Tabela 2.3 - Exemplos de canais de retenção .....	19
Tabela 2.4 - Formatos de seções transversais.....	21
Tabela 2.5 - Princípios de soluções de entradas de injeção .....	22
Tabela 2.6 - Exemplos de sistemas de refrigeração .....	25
Tabela 2.7 - Exemplos de sistemas de extração.....	27
Tabela 2.8 - Classificação dos moldes de acordo com a norma DIN E 1670. ....	29
Tabela 2.9 - Fases de projeto de molde de injeção.....	32
Tabela 2.10 - Definição de conhecimento. ....	40
Tabela 2.11 - Dados, informação e conhecimento. ....	42
Tabela 2.12 - Comparação dos modelos de Gestão do Conhecimento.....	46
Tabela 2.13 - Sistemas e práticas que dão suporte à Gestão do Conhecimento .....	51
Tabela 3.1 - Parâmetros necessários para projetar um molde de injeção. ....	56
Tabela 3.2 - Número de empresas por número de funcionários. ....	59
Tabela 3.3 - Classes de conhecimento nas atividades de projeto informacional. ....	80
Tabela 3.4 - Repositórios dos conhecimentos tácito e explícito nas atividades de projeto informacional.....	81
Tabela 3.5 - Criação do conhecimento organizacional nas atividades do projeto informacional.....	82
Tabela 3.6 - Classes de conhecimento nas atividades de projeto conceitual. ....	83
Tabela 3.7 - Repositórios dos conhecimentos tácito e explícito nas atividades de projeto conceitual.....	84
Tabela 3.8 - Criação do conhecimento organizacional nas atividades do projeto conceitual .....	85
Tabela 3.9 - Gestão do conhecimento na atividade de projeto detalhado .....	87
Tabela 4.1 - Informações e conhecimentos a serem capturados em cada fase do projeto informacional do molde .....	92
Tabela 4.2 - Ferramentas de captura das informações e conhecimentos nas atividades da fase de projeto informacional.....	93
Tabela 4.3 - Tarefas da atividade de documentar as informações analisadas e decisões tomadas .....	96

Tabela 4.4 - Informações e conhecimentos a serem capturados em cada fase do projeto conceitual do molde .....	97
Tabela 4.5 - Ferramentas de captura das informações e conhecimentos nas atividades da fase de projeto conceitual. ....	98
Tabela 4.6 - Tarefas da atividade de documentar as decisões tomadas registrar as lições aprendidas .....	101
Tabela 5.1 - Questões relacionadas aos critérios de avaliações .....	105
Tabela 5.2 - Perfil dos profissionais das empresas que avaliaram a proposta. ....	106
Tabela 5.3 - Repostas da avaliação do modelo proposto. ....	107
Tabela 5.4 - Resultado Geral da avaliação pelos projetistas .....	117
Tabela 5.5 - Resultado Geral da avaliação pelos especialistas. ....	117
Tabela A.1 - Perguntas quanto ao perfil do (a) respondente e caracterização da empresa .....	129
Tabela A.2 - Perguntas quanto ao ambiente do processo de projeto de moldes de injeção .....	130
Tabela A.3 - Perguntas quanto as práticas no processo de desenvolvimento do projeto do molde de injeção .....	133
Tabela A.4 - Resultado do perfil do (a) respondente e caracterização da empresa .....	135
Tabela A.5 Resultado do ambiente do processo de projeto de moldes de injeção.....	136
Tabela A.6 - Resultado das práticas no processo de desenvolvimento do projeto do molde de injeção.....	139

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABIPLAST – Associação Brasileira da Indústria do Plástico  
ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas  
BPR – Business Process Reengineering  
CAD – Projeto Auxiliado por Computador  
CAE – Engenharia Auxiliada por Computador  
CAM – Manufatura Auxiliada por Computador  
CNC – Comando Numérico Computadorizado  
DFMA – Projeto para Manufatura e montagem  
DIN – Deutsches Institut für Normung  
EESC – Escola de Engenharia de São Carlos  
PS – Poliestireno  
GC – Gestão do Conhecimento  
IA – Inteligência Artificial  
IFM – Instituto Fábrica do Milênio  
KBS – Knowledge Based Systems  
OS – Ordem de Serviço  
PCP – Planejamento e Controle da Produção  
PEAD - Polietileno de Alta Densidade  
PEBD - Polietileno de Baixa Densidade  
PET – Polietileno Tereftalato  
PP – Polipropileno  
SEBRAE – Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas  
UDESC – Universidade do Estado de Santa Catarina  
UFSC – Universidade Federal de Santa Catarina  
UNIMEP – Universidade Metodista de Piracicaba  
USP – Universidade de São Paulo  
UTFPR – Universidade Tecnológica Federal do Paraná

## RESUMO

A procura intensa por produtos plásticos injetados com *design* moderno, menores custos e maior exigência na qualidade, tornou necessário o desenvolvimento de moldes de injeção mais eficientes, com dimensões precisas, no mais curto espaço de tempo possível e capaz de produzir peças sem defeitos. Entretanto, existe um forte descontentamento das empresas pertencentes à cadeia brasileira de fabricação de peças plásticas, com a indústria nacional de desenvolvimento de moldes para a transformação de plásticos principalmente quando o assunto é prazo de entrega e quantidade de ajustes necessários até o bom funcionamento do molde.

Neste contexto, a atividade de projeto do molde tem uma grande importância, pois influencia nas características e na qualidade do molde fabricado e como consequência, nos produtos moldados. Propor uma sistematização para a gestão do conhecimento no processo de projeto de moldes de injeção de componentes termoplásticos, a fim de contribuir para a melhoria do processo de projeto de moldes, é o principal objetivo deste trabalho. Para tanto, inicialmente é apresentada uma revisão bibliográfica pertinente ao tema. Também é apresentado um levantamento do panorama da situação da gestão do conhecimento no processo de desenvolvimento do projeto de moldes de injeção, considerando a realidade das empresas instaladas na região de Joinville, SC.

A partir da revisão bibliográfica e do levantamento realizado, os conhecimentos envolvidos no processo de projeto de moldes de injeção foram caracterizados e foi desenvolvida a proposta de modelo para a gestão do conhecimento no projeto de moldes. Uma avaliação junto aos profissionais de algumas empresas foi realizada. Deste modo, pretende-se contribuir no sentido de tornar o processo de projeto de moldes, mais produtivo e reduzir o seu tempo de desenvolvimento, como também construir a memória coletiva da empresa.

**Palavras Chaves:** projeto de moldes, moldes de injeção, gestão do conhecimento.

## ABSTRACT

The intense demand for injected plastic products with a more guided design, less costs and higher quality exigencies, rendered necessary the development of more efficient injection molds, with more precise dimensions, in the shortest possible time and able to produce parts without defects. However, there is a strong dissatisfaction from the companies belonging to the Brazilian chain of production of plastic parts, with the national industry of development of molds for the transformation of plastics mainly when talking about delivery times and the quantity of needed adjusts until getting a good operation of the mold.

In this context, the mold project activity plays a large importance, as it influences on the characteristics and the quality of the produced mold and consequently on the molded products. To propose a systemization for the knowledge management in the injection mold project's process of thermoplastics components, in order to contribute for the improvement of the process of project of molds, it is the main objective of this work.

For so much, initially a pertinent bibliographical revision is presented to the theme. Is to submit an outlook on knowledge management in respect of injection molds development having in mind the reality of companies installed in the region of Joinville (state of Santa Catarina).

Starting from the bibliographical revision and survey rising, the knowledge involved in the process of project of injection molds were characterized and the model proposal was developed for knowledge management in the project of molds. An evaluation by some professionals of some companies were accomplished. This way, it intends to contribute in the sense of turning the mold project's process, more productive and to reduce time of development, as well as to build the collective memory of the company.

**Key-words:** molds project, injection mold, knowledge management.

# CAPÍTULO 1

## INTRODUÇÃO

### 1.1 - Generalidades

A indústria de plásticos foi um dos setores que apresentou as maiores taxas de crescimento no mundo, nos últimos vinte e cinco anos (BRASIL, 2005), pois está presente em diversos setores; automobilístico, alimentício, construção civil, higiene e limpeza, farmacêutico, cosméticos entre outros. Conforme apresenta a figura 1.1 sobre o perfil do ano de 2007 da indústria Brasileira de transformação de material plástico, que vem ampliando a utilização da matéria-prima em seus produtos.

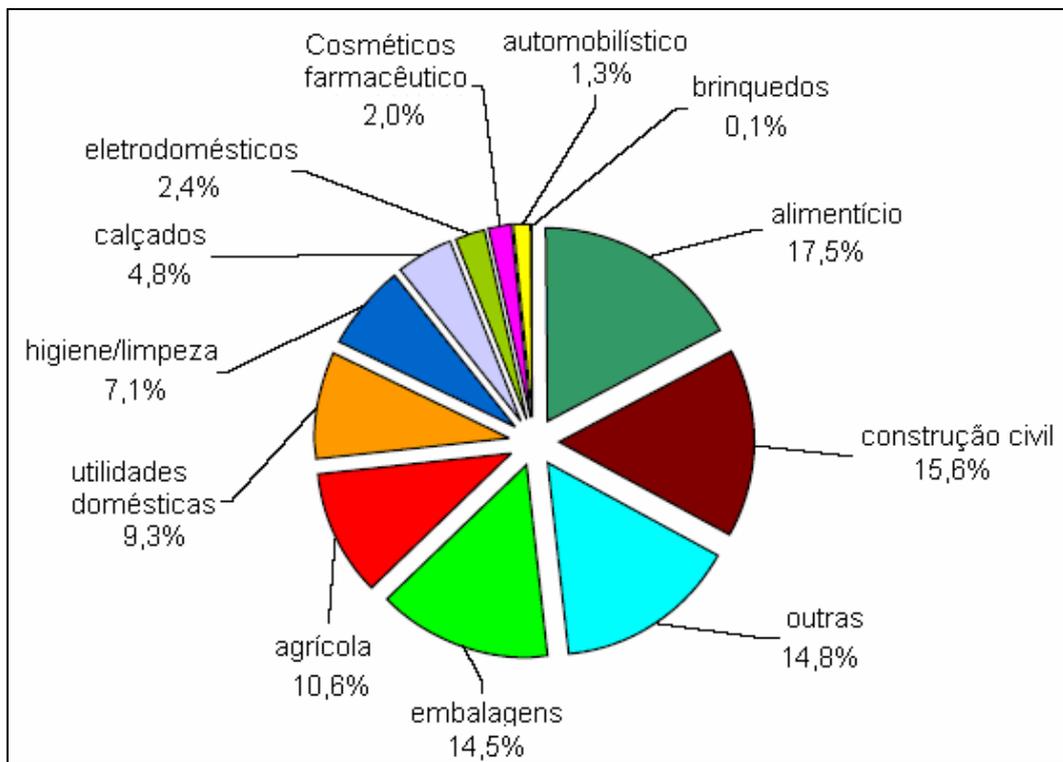


Figura 1.1 - Segmentação do material plástico setorial (ABIPLAST, 2007).

De fato, de acordo com Brasil (2002), em 1993 a massa média de plástico utilizada em um automóvel brasileiro era de 60 kg, em 1996 esta variável sobe para 90 kg. Na Europa estima-se que as montadoras empreguem de 70 a 100 kg de plástico nos veículos, enquanto nos Estados Unidos a participação dos polímeros vai de 90 a 120 kg (FERRO, 2000).

O motivo pelo qual o plástico tem avançado e se difundido com rapidez nestas atividades deve-se a uma série de vantagens. Na indústria automobilística, as peças fabricadas em plástico permitem que ocorra a redução do peso do veículo, e com isso, a redução no consumo de combustível. Também possibilita produzir veículos com *design*

moderno, devido a sua maior flexibilidade do material plástico, etc. E na construção civil existe maior durabilidade e fácil acabamento.

Dentre os processos de transformação de plásticos a injeção é o processo líder no Brasil (BRASIL et al, 2002), com enorme importância nos grandes mercados consumidores: como automóveis, embalagens, construção civil, entre outros. O grande sucesso desta tecnologia deve-se a uma série de vantagens, entre as quais se salientam: a elevada escala de produção, a grande reprodutibilidade e precisão dimensional, a grande flexibilidade em termos de geometria e dimensões de moldagem, pois a gama de produção vai desde as micromoldagens, inferiores a 1mg, até peças com mais de 100 kg (CUNHA, 2003).

Como resultado da aplicação extensiva dos termoplásticos em todos os setores industriais, houve uma procura intensa dos transformadores de plásticos por ferramentais (moldes) utilizados nas máquinas de injeção, sendo assim, observa-se um aumento no número de ferramentarias, que são as empresas responsáveis pela fabricação dos moldes. No Brasil existem aproximadamente 1.200 empresas deste tipo concentradas em sua maioria em três pólos: São Paulo (SP), Joinville (SC) e Caxias do Sul (RS) (FERRO, 2001), dos quais Joinville possui 220 empresas respondendo por faturamento mensal da ordem de R\$ 15 milhões, executando moldes complexos até 30 toneladas (MORAIS, 2005).

Contudo, de acordo com Brasil et al. (2002), o desenvolvimento interno de moldes para o setor de transformados plásticos sempre é apontado como um dos gargalos do setor. Devido ao custo final do produto, a produção interna de moldes ainda não foi totalmente viabilizada, embora tenha evoluído em capacidade técnica e qualidade. Segundo Ferro (2001), o Brasil ainda é um grande importador de moldes, principalmente os de maior porte. Estima-se que sejam fabricadas no exterior, algo em torno de 75% da demanda nacional de ferramentas de grande porte e alto valor agregado. Além disso, o Brasil exporta pequena parcela de sua produção, gerando expressivo déficit na balança comercial, conforme mostrado na figura 1.2.

Com a procura intensa por produtos com *design* mais direcionado, menores custos, maior exigência na qualidade, tornam-se necessário desenvolver moldes mais eficientes, no mais curto espaço de tempo possível e capaz de produzir peças sem defeitos e com dimensões precisas.

De acordo com um estudo realizado por Maxiقيم Assessoria de Mercado (2000), que levantou pontos que mostram o cenário competitivo atual da indústria de moldes e ferramentas para a transformação de plásticos e sua comparação com alguns *benchmarks* internacionais nos quesitos precisão, repetibilidade, resistência ao desgaste, resistência química, materiais, tempo de desenvolvimento e execução, capacitação técnica, capacitação de recursos humanos e assistência técnica, com 96 empresas do segmento relacionado à cadeia de desenvolvimento de peças plásticas brasileiras, muitas empresas

pesquisadas revelaram um forte descontentamento principalmente quando o assunto é prazo de entrega e quantidade de ajustes necessários até o bom funcionamento do produto.

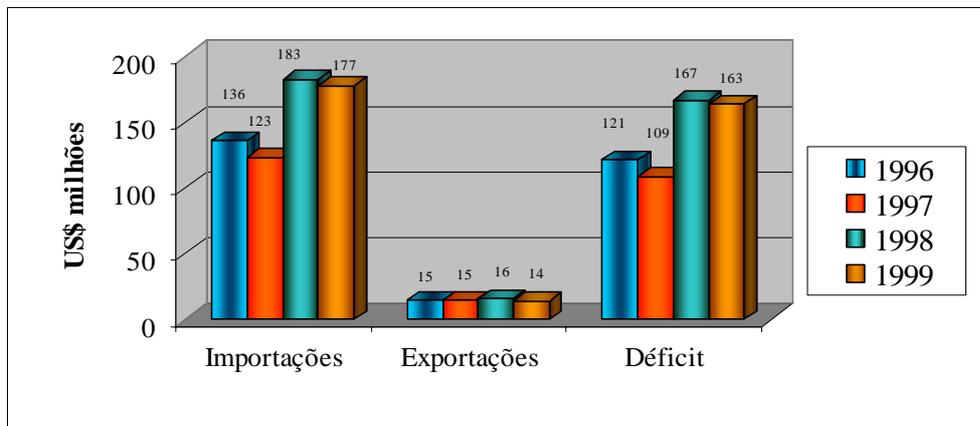


Figura 1.2 - Comércio exterior brasileiro de moldes para a transformação de plásticos (MAXIQUIM, 2000).

Neste cenário, onde a qualidade com redução de custos de manufatura são pré-requisitos e o grande diferencial é o prazo de entrega, nos últimos anos as empresas de moldes brasileiras, voltaram-se à modernizar seu parque fabril com a aquisição de máquinas-ferramentas CNC (*Computer Numerical Control*) e sistemas computacionais de auxílio ao projeto CAD (*Computer Aided Design*) e fabricação CAM (*Computer Aided Manufacturing*), bem como de ferramentas CAE (*Computer Aided Engineer*); para auxiliar o projeto de componentes plásticos e correspondentes moldes através de simulações, sendo vantajosa no projeto de moldes para componentes complexos ou de especificações rigorosas ou quando exigem tolerâncias apertadas. (AZEVEDO, 2004; CUNHA, 2003; GOMES; VALLEJOS, 2005; RESENDE, 2002).

Contudo, estas ferramentas de análise não substituem os conhecimentos fundamentais sobre propriedades dos materiais plásticos, projeto dos moldes ou processamento. O que as técnicas computacionais permitem é complementar os conhecimentos da experiência individual do projetista, tornando-o mais produtivo e mais rigoroso nas suas previsões. O bom senso e a experiência do projetista são refletidos nos resultados finais (CUNHA, 2003).

Para Costa e Luciano (2002), mesmo com os avanços nas áreas de CAD/CAM, CAE, grande parte do raciocínio e das decisões tomadas durante as etapas de projeto continuam restritas ao conhecimento do projetista podendo criar uma dependência acentuada da empresa em relação ao mesmo.

Em sua pesquisa de caracterização de desenvolvimento de moldes do pólo industrial de Joinville, Sacchelli et al. (2004) constataram que, no processo de projeto de moldes de

injeção, os principais sistemas que compõe o molde como o sistema de refrigeração, posição e quantidade de extratores, definição do ponto de injeção, são projetados por estimativas, ou seja, é realizado baseado em experiências anteriores.

Em Tonolli (2003) também se pode observar, em sua pesquisa para avaliação do processo de desenvolvimento de projetos de moldes para injeção de plásticos na região de Caxias do Sul - RS, que itens como refrigeração, posição e quantidade de extratores, entre outros são estimados pelos projetistas.

Sendo assim, constata-se que existe um amplo campo de pesquisa na área de processo de projeto de moldes. Vários trabalhos vêm sendo realizados na área, visando mais eficiência e reduzindo o seu tempo desenvolvimento. Pois o processo de projeto de um molde de injeção é uma atividade complexa e requer conhecimento de diversas áreas da engenharia (TONOLLI, 2003).

O domínio deste processo somente é adquirido através de anos de experiência, pois exige um alto grau de conhecimento de todas as informações envolvidas durante o projeto (COSTA; YOUNG, 1999), como requisitos do cliente (material e contração, geometria da peça, etc.), princípios de soluções a serem usados (solução de extração, refrigeração, etc.).

## **1.2 - Problema de pesquisa**

Neste contexto, as empresas que fabricam moldes de injeção, precisam de um bom especialista no momento de realizar o projeto do molde, pois apesar da modernização do seu parque fabril e de vários trabalhos de pesquisa realizados com a finalidade de melhorar o processo de desenvolvimento de componentes injetados, o processo de projeto de moldes de injeção ainda é realizado de maneira empírica.

Sendo assim, entende-se que existe uma lacuna no processo de projeto que precisa ser explorada, visando rapidez e diminuição de erros e falhas no projeto, principalmente diminuir o risco de que o projetista, por algum motivo, saia da empresa e leve consigo os conhecimentos adquiridos sem deixar registros.

Perante esse cenário, um dos grandes problemas encontrados no processo de projeto é como fazer para recuperar e valorizar esse conhecimento tão disperso. Nonaka e Takeuchi (1997) descrevem que o conhecimento é criado apenas pelos indivíduos e a eles pertence. Uma organização não pode criar e gerir o conhecimento sem as pessoas. O que pode fazer é apoiar as pessoas criativas e fornecer contextos para que estas gerem e administrem o conhecimento. Contudo, além da geração e aquisição de conhecimento, é preciso cuidar para que ele seja catalogado, transferido de forma eficiente, assimilado e utilizado através de estoques, fluxos e conteúdos de conhecimento.

Em face do exposto, pode-se formular a seguinte pergunta de pesquisa: *Como fazer para gerar, adquirir, compartilhar e reutilizar esses conhecimentos dos projetistas nas empresas?*

Com base nesta pergunta, são estabelecidos os objetivos que nortearão este trabalho.

### **1.3 - Objetivos do trabalho**

Esta dissertação tem como objetivo propor um modelo para a gestão do conhecimento no processo de projeto do moldes de injeção de componentes termoplásticos.

Para alcançar o objetivo geral delinear-se os seguintes objetivos específicos:

- Identificar os conhecimentos envolvidos no projeto de moldes e suas interações;
- Caracterizar a gestão do conhecimento no processo de projeto de moldes;
- Propor um modelo para a gestão do conhecimento abordando a captura, armazenamento e reutilização das informações e conhecimentos que permeiam o projeto de moldes de injeção.
- Criar através do modelo, um meio para o compartilhamento de conhecimento nas empresas.
- Avaliar o modelo.

### **1.4 - Justificativas**

O bom desempenho de uma ferramenta de injeção está diretamente associado ao cuidado com que seu projeto foi desenvolvido (HARADA, 2006). Segundo Blanchard e Fabrycky, (1990) o custo de projeto no custo total de produção de um produto é de 5%, porém exerce influencia de 70% sobre o custo total de produção, pois, as decisões são tomadas durante a execução do projeto e essas, posteriormente influenciarão na concepção funcional e também na definição dos processos e dos materiais a serem empregados. Com isso, a atividade de projeto de molde tem uma grande importância no desenvolvimento de componentes plástico injetados, influenciando nas características, na qualidade e nas propriedades da peça moldada.

De acordo com Daré (2001), o projeto e a fabricação do molde é uma etapa complexa, pois exige a aplicação de conhecimentos de áreas técnicas diversas.

Para realizar o projeto e a fabricação do molde as ferramentarias contam com funcionários que possuem habilidades e conhecimentos conquistados na base da experiência de vários anos de trabalho no setor. Segundo Gomes e Vallejos (2005), geralmente os conhecimentos que estas pessoas têm em suas respectivas áreas, são conhecimentos internalizados e não documentados. Conforme o autor descreve, em uma

ferramentaria não é comum encontrar documentos descrevendo procedimentos e melhores práticas ocorridas em experiências passadas.

Com a importância de funcionários com amplo conhecimento e experiência para as ferramentarias, principalmente no processo de projeto do molde, em que a maioria das decisões ou escolha do melhor conjunto de soluções para o projeto são tomadas pelos projetistas, torna-se uma necessidade realizar estudos a fim de contribuir para melhoria deste processo.

### **1.5 - Contribuições e delimitações do trabalho**

Com a proposição de um modelo para a gestão dos conhecimentos que permeiam o projeto de moldes de injeção de componentes termoplástico, abordando sua captura, armazenamento, aplicação, entre outros, espera-se melhorar a qualidade do processo de projeto de moldes, e reduzir o tempo de desenvolvimento, como também amenizar o risco e o impacto de que os projetistas por algum motivo saiam da empresa e levem consigo os conhecimentos e experiência sem deixar registros para a empresa, transformar o conhecimento tácito e explícito.

A pesquisa visa basicamente à gestão do conhecimento no processo de projeto de moldes de injeção e propor um modelo para auxiliar no projeto destes.

Apesar de não pertencer ao escopo deste trabalho o modelo a ser proposto deverá servir de base para o desenvolvimento (posterior) de sistemas computacionais colaborativos de apoio à gestão do conhecimento no processo de projeto do molde. Um sistema computacional colaborativo é aqui entendido como uma aplicação computacional, normalmente baseada em modernas redes de computadores (Internet, por exemplo), para suportar o trabalho em equipe de um grupo de pessoas. Tal trabalho pode ser realizado de forma síncrona ou assíncrona (dimensão tempo) e, também, de forma localizada ou distribuída (dimensão espaço físico).

### **1.6 - Metodologia de pesquisa**

Pesquisa pode ser definida de acordo com Gil (2002) como o procedimento racional e sistemático que tem como objetivo proporcionar respostas aos problemas que são propostos.

Jung (2004) descreve que se deve optar por um tipo de pesquisa conhecendo-se a natureza, o objetivo e o procedimento necessário para a execução da pesquisa.

Quanto à natureza o autor descreve dois tipos: pesquisa básica ou fundamental, que gera conhecimento e tem a finalidade de se entender, descrever ou explicar os fenômenos

naturais; e pesquisa aplicada ou tecnológica que gera produtos e/ou processos e tem a finalidade da aplicação do conhecimento básico.

Com relação às pesquisas com base em seus objetivos é possível classificá-las em três grupos (GIL, 2002; JUNG, 2004):

- Pesquisa exploratória: têm como objetivo proporcionar maior familiaridade com o problema, de modo a torná-lo mais explícito;
- Pesquisa descritiva: visa a identificação, registro e análise das características, fatores ou variáveis que se relacionam com o fenômeno ou processo;
- Pesquisa explicativa: têm como preocupação central identificar os fatores que determinam ou que contribuem para a ocorrência dos fenômenos.

E quanto ao procedimento, Jung (2004) descreve a existência de vários tipos de pesquisa que podem ser adotadas em função das necessidades práticas de execução. Gil (2002) classifica as pesquisas segundo o seu delineamento, ou seja, considerando o ambiente em que são coletados os dados e as formas de controle das variáveis envolvidas.

Assim, o autor define dois grupos de delineamento: aqueles que se valem das chamadas fontes de “papel” e aqueles cujos dados são fornecidos por pessoas. No primeiro grupo, estão a pesquisa bibliográfica e a pesquisa documental. No segundo, estão a pesquisa experimental, a pesquisa *ex-post facto*, o levantamento e o estudo de caso e ainda a pesquisa-ação e a pesquisa participante.

Assim, a metodologia que será adotada para a realização da pesquisa seguirá os seguintes passos principais:

- a) Pesquisa Bibliográfica – é desenvolvida com base em material já elaborado constituído principalmente de livros e artigos científicos. Essa pesquisa terá a finalidade de levantar os modelos, metodologias e sistemas propostos relacionado ao objetivo proposto deste trabalho e analisar a sua aplicabilidade.
- b) Pesquisa Documental - são documentos “de primeira mão” que não receberam nenhum tratamento analítico, como por exemplo, regulamentos, ofícios, boletins etc. e documentos de segunda mão, que de alguma forma já foram analisados, tais como: relatórios de empresas, relatórios de pesquisa, tabelas estatísticas etc. O objetivo desta pesquisa é analisar fichas de orçamento, dados de projeto, projetos de moldes de injeção, planilhas de verificação, entre outros, a fim de caracterizar o processo de projeto de moldes de injeção.
- c) Estudo de Campo - é desenvolvido por meio da observação direta das atividades do grupo estudado e de entrevistas com informantes para captar suas explicações e interpretações do que ocorre no grupo. Assim como a pesquisa documental o estudo de campo também terá como objetivo caracterizar o processo de projeto de moldes através de entrevistas e questionários com os projetistas.

## **1.7 - Estrutura do trabalho**

O presente trabalho será dividido em seis capítulos. O primeiro capítulo que introduz o trabalho descreve o problema, os objetivos, as justificativas e as contribuições.

No segundo capítulo, será feita uma breve revisão bibliográfica de assuntos relacionados ao tema do trabalho como: o processo de desenvolvimento de componentes injetados, considerações gerais sobre moldes de injeção e seu projeto. E os principais conceitos sobre Gestão do Conhecimento. Terá como objetivo prover informações para o entendimento dos capítulos posteriores.

O terceiro capítulo compreende a caracterização dos conhecimentos envolvidos no projeto de moldes de injeção, através da descrição de suas principais atividades, analisando o grau de interações existentes entre essas atividades. Trará também uma discussão acerca da gestão do conhecimento no processo de projeto de moldes, apresentando um levantamento de como esse problema vem sendo resolvido e quais os resultados encontrados.

O quarto capítulo baseado na caracterização realizada no capítulo anterior, contemplará a proposição de um modelo para a gestão do conhecimento no projeto de moldes de injeção.

No quinto capítulo será apresentada a avaliação do modelo proposto em forma de questionários em empresas do setor e especialistas da área.

O sexto capítulo apresentará as conclusões do trabalho, além de recomendações para trabalhos futuros.

## **CAPÍTULO 2**

### **CONSIDERAÇÕES GERAIS SOBRE MOLDES DE INJEÇÃO, SEU PROJETO E GESTÃO DO CONHECIMENTO**

#### **2.1 - Introdução**

Para gerar uma proposta de gestão do conhecimento (GC) no processo de projeto de moldes de injeção, é necessário conhecer a cadeia produtiva e o processo de transformação da moldagem por injeção, compreender alguns fundamentos básicos de moldes de injeção e alguns conceitos que envolvem a gestão do conhecimento.

Portanto, neste capítulo apresentar-se-ão algumas considerações gerais sobre o processo de transformação de plásticos, moldes de injeção e particularmente sobre seu projeto, pesquisas realizadas nesta área e gestão do conhecimento.

Tais considerações procedentes de uma revisão bibliográfica e apresentadas de forma breve referem-se especificadamente a cadeia produtiva de transformados plásticos, o processo de transformação através da moldagem por injeção, o desenvolvimento e o projeto de produtos plásticos injetados, os principais sistemas do molde e suas funções, a classificação do moldes de injeção, o processo de projeto de moldes, os conceitos de gestão do conhecimento incluindo tipos, criação e conversões do conhecimento, como também modelos para o processo de GC e alguns trabalhos realizados para auxiliar o processo de projetos de moldes de injeção.

#### **2.2 - A cadeia produtiva de transformados plásticos**

Segundo o estudo do Ministério do Desenvolvimento, da Indústria e do Comércio Exterior (BRASIL et al, 2002), a cadeia produtiva de transformados plásticos costuma ser dividida em três gerações, de acordo com as três etapas básicas de seus processos de transformação.

A primeira geração fornece as principais matérias-primas básicas para toda a cadeia e para o segmento de transformados plásticos (o eteno, o propeno, etc.). As empresas de primeira geração, chamadas de centrais de matéria-prima, utilizam a nafta ou gás natural derivado do processo refino do petróleo e, por meio de um processo de craqueamento, os transformam nos insumos utilizados nas etapas subseqüentes da cadeia produtiva petroquímica. Em uma reação química chamada polimerização, um grande número de moléculas individuais é reunido para formar cadeias de polímeros.

Há duas famílias principais de polímeros: termoplásticos e termofixos. Os termoplásticos constituem a maior parcela dos polímeros (MICHAELI, 1995). São materiais que fundem quando aquecidos e podem ser transformados em artefatos com finalidades específicas como os painéis dos automóveis, o copo descartável, o saco de leite, a garrafa de

refrigerante, pára-choques, dentre milhares de exemplos. A principal característica desses polímeros é poder ser fundido diversas vezes. Dependendo do tipo do plástico, também podem dissolver-se em vários solventes. Logo, sua reciclagem é possível, uma característica bastante desejável nos dias de hoje (GORNI, 2003). Os termofixos ou termorrígidos são rígidos e frágeis, sendo muito estáveis a variações de temperatura. Uma vez prontos, não mais se fundem. O aquecimento do polímero acabado a altas temperaturas promove decomposição do material antes de sua fusão. Logo, sua reciclagem é complicada (GORNI, 2003). Como exemplo pode-se citar os cabos de painéis, são também utilizados na indústria automobilística e eletrônica em geral.

A produção das centrais de matéria-prima é comprada pela segunda geração petroquímica, responsável pela transformação das diversas matérias-primas em uma variada gama de intermediários (resinas), entre esses, os chamados termoplásticos básicos, como o polietileno de baixa ou alta densidade (PEBD/PEAD), o poliestireno (PS), o polipropileno (PP), o polietileno (PE), o polietileno tereftalato (PET), entre outros.

A indústria da terceira geração transforma essas resinas em diversos produtos plásticos, por meio de processos de injeção, sopros, filme, extrusão, entre outros. Estes produtos destinam-se tanto ao consumo intermediário (embalagens, autopeças, etc.) quanto ao consumo final (brinquedos, utilidades domésticas, etc.).

### **2.3 - Processo de transformação – moldagem por injeção**

A moldagem por injeção é o processo mais comum empregado na fabricação de termoplásticos, é adequado para produção em massa, uma vez que a matéria-prima pode geralmente ser transformada em produto final em uma única etapa.

Consiste em um processo cíclico (repetição a cada formação de peças), onde os materiais plásticos (grãos ou pó) são aquecidos até a sua plastificação e assim, injetados (empurrados para dentro de um molde que tem cavidades com a forma do produto desejado).

A temperatura do molde é controlada através de água circulando em cavidades internas. O processo posterior consiste na abertura do molde que proporciona a extração da peça. O tempo de ciclo é o tempo que leva para que ocorram todas as etapas conforme figura 2.1, pode-se observar que o ciclo é dividido em sete etapas que são fechamento, dosagem, solidificação e resfriamento, abertura do molde, extração da peça e pausa.

O tempo de ciclo é de grande importância, pois a rapidez do ciclo determina a produtividade do processo e conseqüentemente da fábrica (BRASIL, 2005; GILAPA, 2001; CUNHA, 2003).

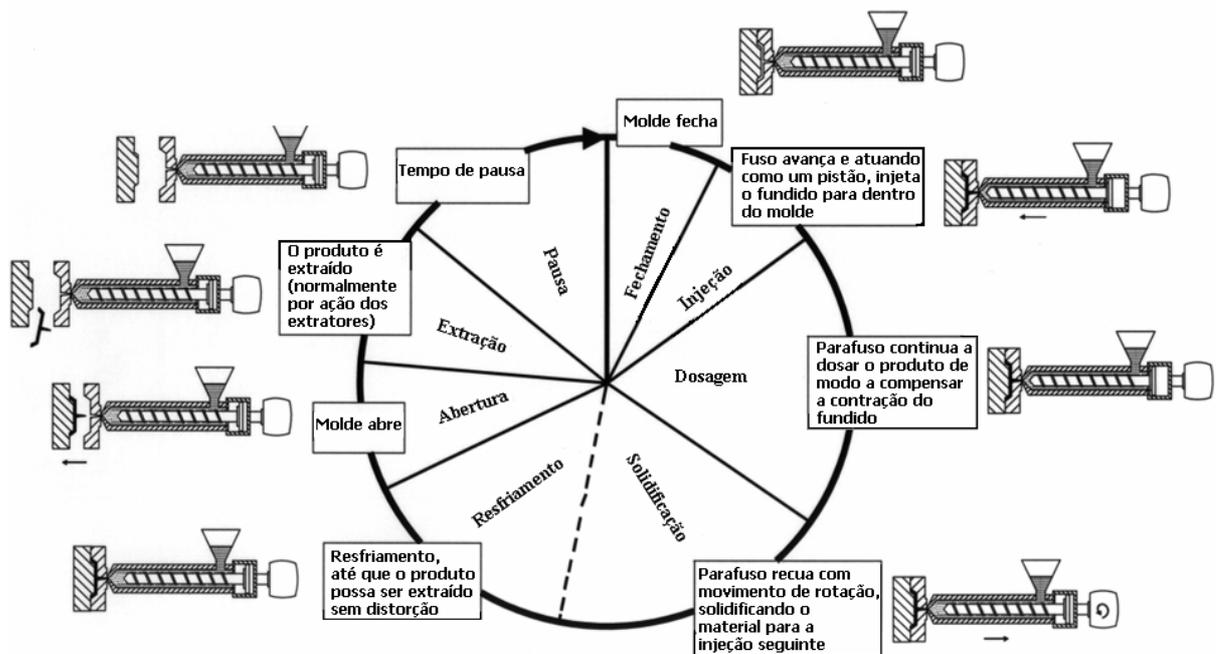


Figura 2.1 - Ciclo do processo de injeção (CUNHA, 2003).

#### 2.4 - Desenvolvimento e projeto de produtos plásticos injetados

Os produtos plásticos injetados constituem uma categoria especial de produtos industriais que, com relação ao processo de desenvolvimento, apresentam características peculiares (GOMES et al., 2003).

Daré et al. (2001) dividem o desenvolvimento de produtos plásticos injetados em três fases distintas: o projeto do produto, o projeto e a fabricação do molde, e o projeto do processo de fabricação.

Segundo os autores este desenvolvimento está inserido dentro do ciclo de vida do componente (figura 2.2) e envolve todas as etapas e atividades necessárias para tornar o produto concreto. Tendo seu início com o levantamento das necessidades de projeto e termina com a aprovação do lote piloto.

As empresas deste ramo atuam de forma independente. Ou seja, normalmente é realizado com a participação de mais de uma empresa. Onde uma empresa desenvolve o componente e envia para a empresa responsável em projetar e fabricar o molde e uma terceira empresa é responsável por injetar o componente. Em alguns casos o projeto do molde de injeção também é terceirizado pela empresa responsável pelo seu projeto e fabricação.

Contudo, esta forma acarreta em elevados problemas, como o aumento do tempo de desenvolvimento, devido muitas vezes as modificações no projeto do componente ou até mesmo no molde, elevando o custo.

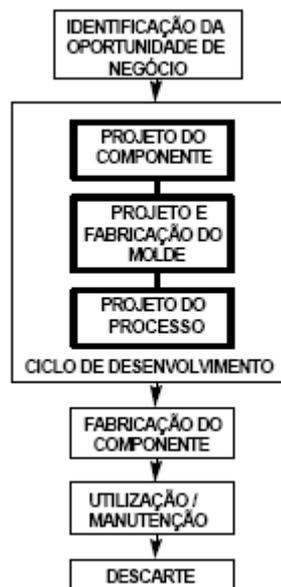


Figura 2.2 - Ciclo de vida e ciclo de desenvolvimento do componente injetado (adaptado de DARÉ et al, 2001).

Neste sentido, no desenvolvimento de componentes injetados têm sido abordados os princípios da engenharia simultânea, a fim de que todas as áreas envolvidas trabalhem de maneira paralela desde o estágio inicial até o seu final (LENCINA, 1998).

Para Santana (2001) o aspecto mais importante da engenharia simultânea, no processo de desenvolvimento, se refere à orientação da equipe para melhorar a comunicação e troca de informações entre grupos que tratam das áreas relacionadas ao desenvolvimento, de forma que a cada decisão, desde o projeto até a produção, haja a participação efetiva de especialistas.

Para Gomes et al. (2003) no desenvolvimento de componentes injetados, os preceitos de engenharia simultânea podem ser sintetizados em antecipar decisões e problemas, processo de desenvolvimento de produto sistematizado, equipes multifuncionais atuando de forma integrada, disseminação de informações e conhecimento em desenvolvimento do produto.

Neste contexto Ferreira (2006) descreve que o desenvolvimento de produtos envolve o conhecimento de especialistas diversos, que contribuem cada um na sua área, com informações essenciais para o aperfeiçoamento do projeto e apresenta uma metodologia de projeto de produtos de plásticos enfocando as fases iniciais de desenvolvimento, dentro do contexto da engenharia simultânea, conforme ilustrado na figura 2.3.

Daré (2001) também apresenta uma metodologia de projeto de componentes injetados com enfoque na engenharia simultânea. Na proposta o autor desdobrou o processo de desenvolvimento em três fases: projeto do componente, projeto e fabricação do molde e planejamento do processo de produção, conforme ilustra a figura 2.4. Porém, em cada etapa pertencente às fases do processo de desenvolvimento estão representadas na forma de

fluxogramas as entradas para cada etapa, as tarefas correspondentes, os documentos de projeto e as saídas esperadas.



Figura 2.3 - Abordagem da metodologia de desenvolvimento integrado de produtos de plástico (FERREIRA, 2006).

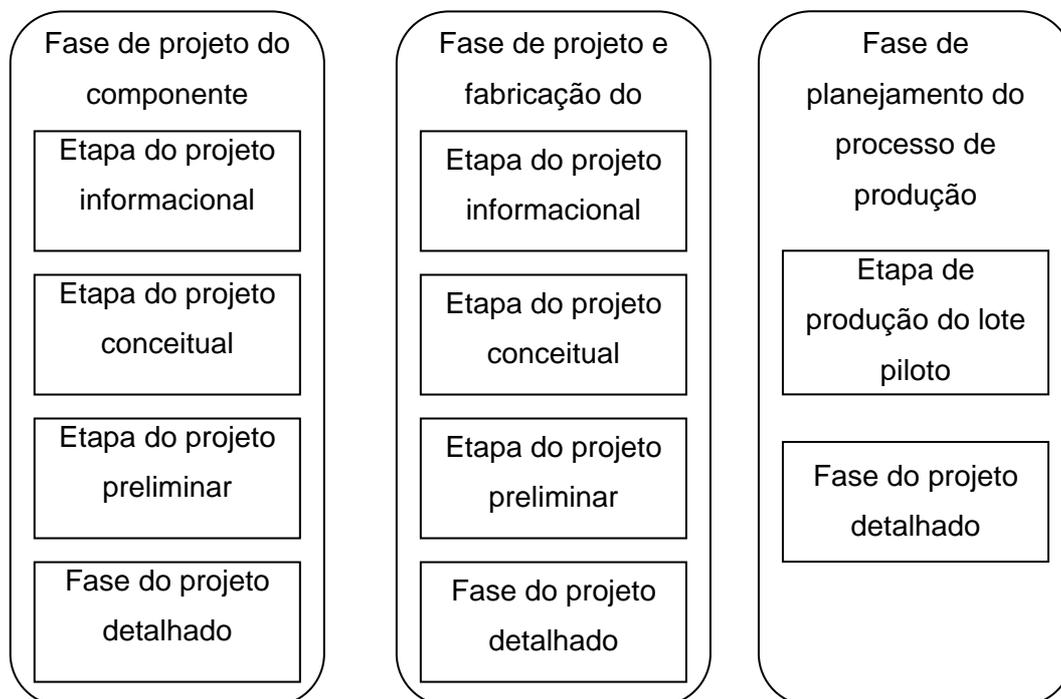


Figura 2.4 - Fases e etapas do processo de desenvolvimento de componentes de plásticos injetados (adaptado de DARÉ, 2001).

Alguns trabalhos foram desenvolvidos a fim de complementar este modelo. Como o realizado por Mascarenhas (2002) que propôs detalhar a etapa de projeto preliminar da fase

de projeto do componente, estabelecendo uma proposta de sistematização do processo de obtenção do leiaute dimensional de peças de plásticos moldadas por injeção.

Sabino Netto (2003) ainda na etapa de projeto preliminar do projeto do componente, detalha as tarefas de concepção do protótipo do componente e testes funcionais.

Abordagens do DFMA (Projeto para Manufatura e Montagem) também estão sendo utilizadas no projeto preliminar para a definição da forma do componente plástico, com o objetivo de minimizar a possibilidade de retrabalhos ou reprojotos nesta etapa (CATAPAN et al., 2005).

Conforme apresentado o processo de desenvolvimento de produtos plásticos injetados apresenta uma estrutura fragmentada e conseqüentemente surgem problemas durante o seu processo de desenvolvimento, os quais resultam principalmente no aumento do tempo do desenvolvimento e um aumento no custo do produto. A engenharia simultânea é uma eficiente solução.

Neste cenário, para assegurar uma boa qualidade, menor tempo de desenvolvimento e menor custo do produto injetado, é necessário existir uma harmonia entre todas as etapas do seu ciclo de desenvolvimento.

## **2.5 - Moldes de injeção**

Os primeiros moldes foram concebidos, ainda no século XIX, quando os irmãos Hyatt, nos Estados Unidos patentearam a primeira máquina de injeção. Os moldes de injeção hoje são amplamente difundidos no processamento de polímeros (CUNHA, 2003).

Molde de injeção é uma ferramenta usada no processo de moldagem por injeção. Sendo um sistema de uma (ou várias) cavidade construída para dar forma e dimensão ao produto desejado, com o propósito de produção (usualmente em grande escala) de partes ou produtos plásticos (REES, 2002).

Pouzada (2003) define molde de injeção como um conjunto de sistemas funcionais que permitem que um espaço em que a peça vai ser materializada seja preenchida com o plástico fundido em condições controladas, pelos outros sistemas que garantem a qualidade dimensional e estrutural das peças produzidas.

Neste sentido, um molde pode ser considerado como uma estrutura (placas de aço usinadas, pinos, buchas, e vários outros itens), onde são montados de acordo com o projeto elaborado os sistemas funcionais, que permitem que o molde cumpra as suas funções. A figura 2.5 mostra uma representação geral de um molde de injeção e seus principais sistemas funcionais. Os principais sistemas funcionais de um molde são descritos na Tabela 2.1.

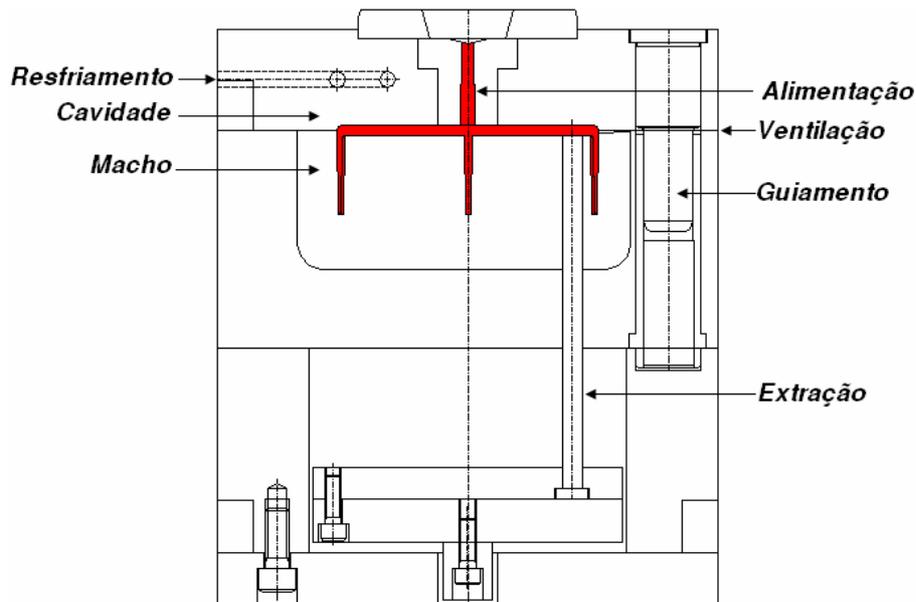


Figura 2.5 - Elementos do molde de injeção.

Tabela 2.1 - Sistemas funcionais de um molde de injeção.

Funções do Molde de Injeção	Sistema do Molde de Injeção
Dar forma, tamanho e acabamento a peça moldada.	Caverna e Machos
Manter o alinhamento entre as duas metades do molde, garantindo a reprodutibilidade dimensional da peça.	Centragem e Guiaamento
Guia o polímero fundido desde o cilindro da máquina de injeção até a caverna moldante, permitindo o seu enchimento.	Alimentação
Permite que o ar e gases existentes nas cavernas moldantes possa sair, possibilitando o seu enchimento com o polímero fundido.	Ventilação
Controla a temperatura do molde para solidificar o material.	Resfriamento
Permite fazer a extração das peças.	Extração

Fonte: TONOLLI, 2003; ARAÚJO et al (2003);

### 2.5.1 - Funções dos sistemas

Cavernas e Machos: a função da caverna de moldagem é dar forma, dimensões e acabamento ao produto desejado. Normalmente é composta por duas partes: a unidade fêmea, que dá o formato externo da peça injetada; e a unidade macho ou núcleo que dá o formato interno da peça injetada. Podem ser usinadas na própria placa ou obtidas através

de postigos que são elementos que contém as cavidades e são constituídos de material de qualidade superior em relação aos que os envolvem, e apresentam a vantagem de poderem ser substituídos quando houver avaria.

Na definição do número de cavidades diversos critérios e fatores devem ser considerados, como a geometria da peça, a qualidade e o custo da peça, a demanda estimada e o tamanho do lote e ainda os aspectos construtivos do molde e os dados da máquina injetora que receberá o molde, pois este afeta diretamente o número de cavidades.

Menges e Mohren (1993) descrevem as limitações que dependem principalmente das características da máquina injetora, como a força de fechamento, dimensões, quantidade de material capaz de ser injetada por ciclo de injeção, quantidade de material plástico que a máquina pode fornecer ao molde por unidade de tempo e a máxima pressão de injeção.

Após a definição do número de cavidades, é necessário posicioná-las nas placas porta cavidades ou insertos (parte fêmea e parte macho). A disposição das cavidades nos moldes de injeção requerem cuidados especiais para que se possa chegar aos melhores resultados. Segundo Menges e Mohren (1993) as cavidades devem ser posicionadas a partir da bucha de injeção, de tal maneira que as seguintes condições sejam satisfeitas:

- Todas as cavidades devem ser preenchidas ao mesmo tempo e com o plástico fundido com a mesma temperatura.
- O comprimento dos canais deve ser minimizado a fim de evitar refugo de material.
- A distância entre as cavidades deve ser suficientemente grande para proporcionar a passagem dos canais de refrigeração e dos pinos de extração e deixar um canal de secção adequado para que o molde resista as forças da pressão de injeção.
- A soma de todas as forças reativas deve estar no centro de gravidade das placas.

Para que se satisfaçam estas condições, Menges e Mohren (1993) classificam os leiautes das cavidades em três grupos: leiaute circular, leiaute em série e leiaute simétrico, conforme apresentado na Tabela 2.2.

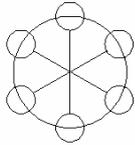
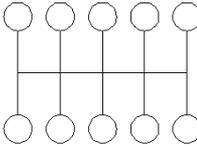
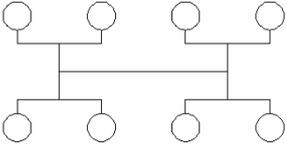
Quando se trata de moldes com cavidades diferentes, o preenchimento simultâneo é obtido variando as dimensões das entradas e canais de distribuição, e colocando as cavidades maiores mais próximas dos canais de alimentação.

O número de linhas de abertura de um molde é influenciado pela geometria do produto, número de cavidades, sistema de alimentação, ponto de injeção e sistema de extração.

Centragem e guiamento: o sistema de centragem e guiamento permitem montar o molde na máquina injetora e ajustar as duas metades do molde, garantindo a reprodutibilidade dimensional da peça.

É fundamental promover um perfeito centramento do molde. Para assegurar isso, os moldes são equipados com anéis de centragem, que tem como principal função a de centralizar a bucha de injeção com o bico da máquina injetora.

Tabela 2.2 - Comparação dos leiautes das cavidades (MENGES e MOHREN, 1993).

	Vantagens	Desvantagens
<p>Leiaute circular</p> 	Comprimento do fluxo é igual para todas as cavidades.	Maior limitação de espaço em função do número de cavidades.
<p>Leiaute em série</p> 	Espaço maior para acomodar as cavidades.	Os diferentes comprimentos de fluxo desde o bico de injeção até cada cavidade podem causar problemas de enchimento. O balanceamento pode ser feito recorrendo a ferramentas de CAE.
<p>Leiaute simétrico</p> 	Comprimento do fluxo igual para todas as cavidades.	O sistema de alimentação normalmente é mais volumoso.

Após a abertura do molde, ele deve regressar exatamente para a mesma posição em que se encontrava, de modo a se iniciar um novo ciclo de moldagem. Para que isso ocorra são utilizados os sistemas de guiamentos internos do molde que são as guias ou colunas guias.

Existem vários tipos de colunas guias, mas independente das suas configurações a sua função é guiar as duas metades do molde e as placas de extração.

Contudo para conseguir um alinhamento eficiente onde sejam constantes as tolerâncias apertadas entre as colunas guias e os furos é necessária a utilização de buchas guias, pois evitam o trabalho direto entre as guias e as placas, situação que levaria ao desgaste da mesma.

No molde são montadas quatro colunas guias principais e suas correspondentes buchas guias. Para facilitar a montagem e garantir que o molde seja sempre montado corretamente, uma das colunas guias é deslocada ou tem diâmetro diferenciado das restantes.

No caso de moldes de grandes dimensões, não é possível garantir o alinhamento com estes sistemas convencionais, sendo que neste caso utilizam-se cunhas de travamento.

Sistema de alimentação: o fornecimento do material plástico às cavidades do molde é feito pelo bico do cilindro, através da bucha de injeção e para os canais de distribuição e,

destes para as cavidades do molde, através dos pontos de injeção (no caso de moldes de cavidades múltiplas, conforme figura 2.6).

Portanto, o sistema de alimentação para cavidades múltiplas é composto por três subsistemas: canal de injeção (resultado da bucha de injeção), canais de alimentação ou distribuição (principal e secundários), e entrada de injeção ou pontos de injeção (passagem do canal de alimentação para o interior da cavidade).

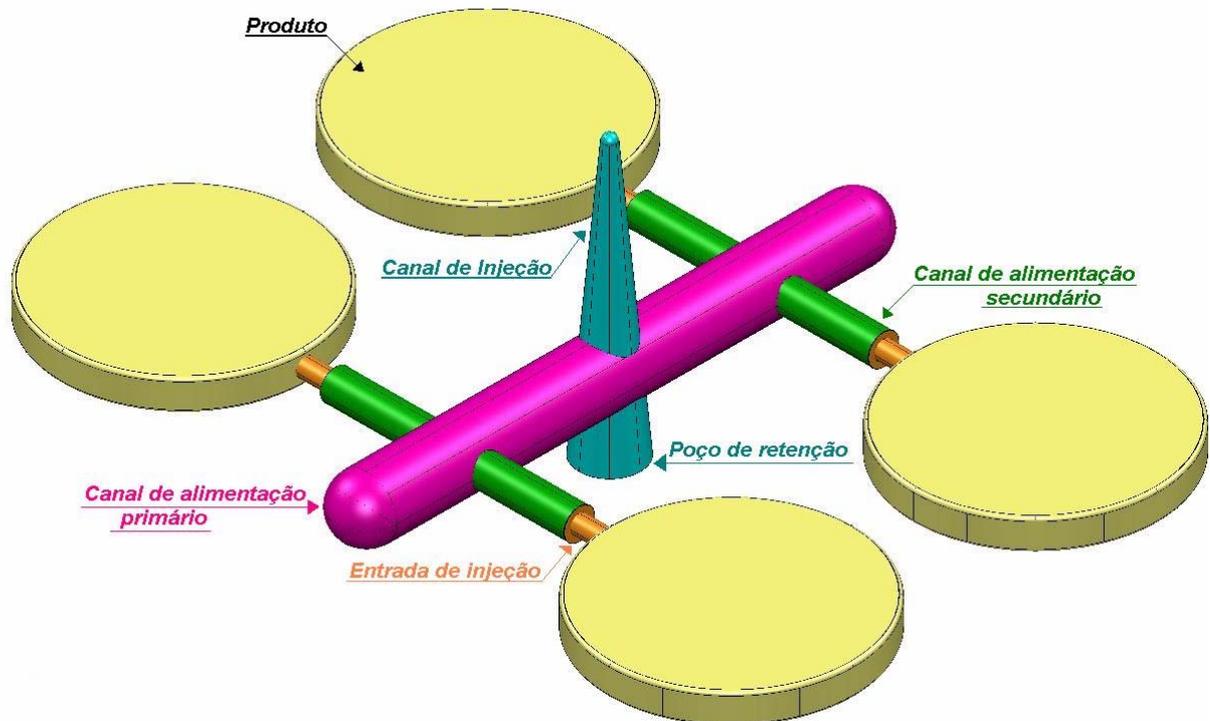


Figura 2.6 - Sistema de alimentação.

*Canal de injeção:* é um canal tronco-cônico divergente (esta conicidade é necessária para facilitar a sua extração), com ângulo de abertura de 2 a 5°, que liga o bico da injetora aos canais de alimentação ou a própria peça (no caso de moldes com apenas uma cavidade).

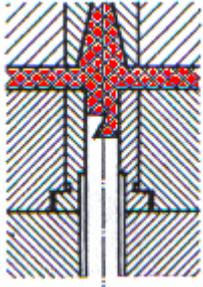
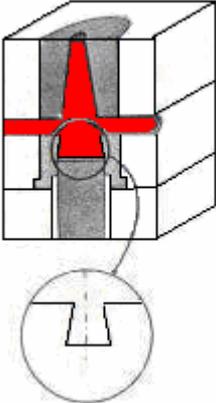
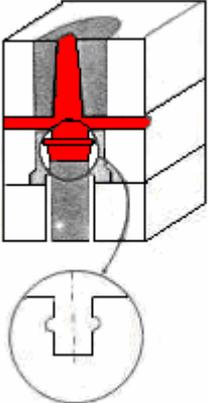
*Poço de retenção* (ou poço frio): nos moldes de múltiplas cavidades é recomendável prolongar os canais. Este prolongamento (poço de retenção) funcionará como receptáculo da primeira porção de plástico, que, sendo mais fria, prejudicaria a qualidade da peça ou o bom funcionamento do molde. A Tabela 2.3 apresenta exemplos destes canais.

*Canais de alimentação:* Os canais de alimentação ligam o canal de injeção à entrada das cavidades. Menges e Mohren (1993) relacionam as principais funções dos canais de alimentação:

- Conduzir o material plástico fundido rapidamente e sem restrições até a cavidade, num percurso o mais curto possível e com mínima perda de temperatura e pressão.

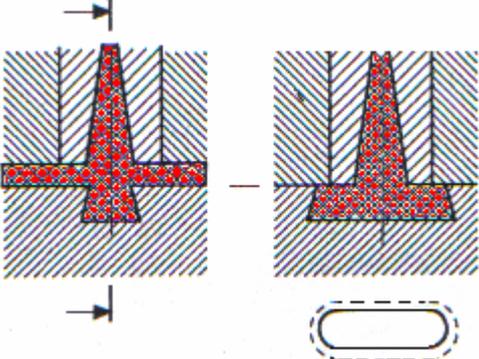
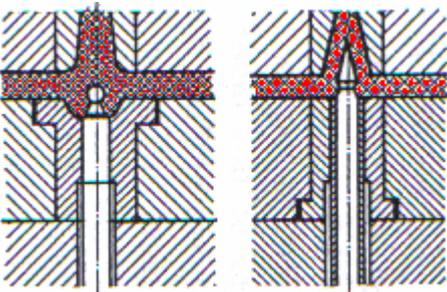
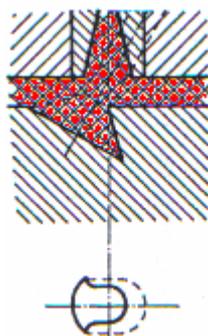
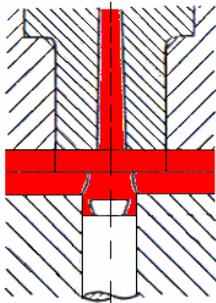
- Garantir que o material chegue a todos os pontos de injeção ao mesmo tempo e com a mesma pressão e temperatura.
- Possuir seção transversal suficiente grande de modo a garantir que o tempo de resfriamento seja igual ou pouco superior ao tempo de resfriamento do molde. Desta forma busca-se tornar a etapa de recalque mais eficiente.

Tabela 2.3 - Exemplos de canais de retenção (continua).

Sistemas de Retenção	Características
<p data-bbox="416 577 619 611">Retenção em z</p> 	<p data-bbox="831 703 1422 792">É muito utilizada na indústria, sendo adequada para a maioria dos termoplásticos.</p>
<p data-bbox="323 943 715 976">Retenção de cabeça invertida</p> 	<p data-bbox="818 1032 1422 1317">Bastante utilizada na indústria, sendo adequada para a maioria dos termoplásticos. Contudo, pressupõem-se alguma deformação do material durante a extração do sistema de alimentação. Logo, é mais adequada na injeção de materiais com alguma flexibilidade.</p>
<p data-bbox="352 1435 683 1469">Retenção anel rebaixado</p> 	<p data-bbox="818 1496 1422 1832">Também bastante utilizada na indústria, sendo adequada para a maioria dos termoplásticos. Como na solução a cima também sofre deformação do material durante a extração do sistema de alimentação. Logo, é mais adequada na injeção de materiais com alguma flexibilidade.</p>

Fonte: ARAÚJO; BRITO, 2003; PROVENZA, 1993.

Tabela 2.3 - Exemplos de canais de retenção (continuação).

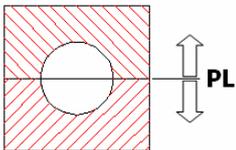
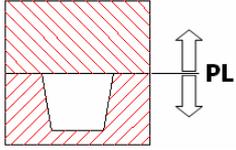
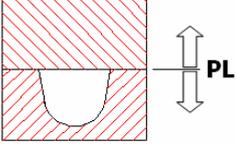
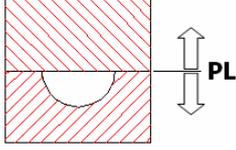
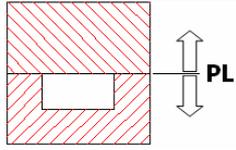
Sistemas de Retenção	Características
<p>Retenção tipo oblongo de cabeça invertida</p>  <p>The diagram shows two cross-sectional views of an inverted oblong retention system. In the first view, a red material is being injected from a nozzle into a cavity. The retention system consists of a horizontal channel with a wider, inverted oblong head. The second view shows the material filling the cavity. Below the cross-sections is a top-down view of the retention system, which is an oblong shape with rounded ends.</p>	<p>Não contempla um extrator para a extração do sistema de alimentação. Este tipo de retenção pode ser utilizado quando existem elementos móveis do lado da extração que permitam libertar o sistema de alimentação.</p>
<p>Retenção com pino em lança e arredondado</p>  <p>The diagram shows two cross-sectional views of a retention system with a pin. A red material is being injected from a nozzle. The retention system features a horizontal channel with a rounded head and a vertical pin extending downwards. The second view shows the material filling the cavity around the pin.</p>	<p>Bastante utilizado na injeção de elastômeros ou PVC. A ligeira contra-saída do pino permite que o sistema de alimentação se desloque com o lado da extração.</p>
<p>Retenção tipo farpa</p>  <p>The diagram shows a cross-sectional view of a retention system with a feather. A red material is being injected from a nozzle. The retention system consists of a horizontal channel with a feather-shaped head. Below the cross-section is a top-down view of the feather-shaped retention system.</p>	<p>Usado quando não é necessária a extração. Após aberto o molde e retirado o produto, remove-se manualmente os canais.</p>
<p>Retenção tipo gancho cônico</p>  <p>The diagram shows a cross-sectional view of a retention system with a conical hook. A red material is being injected from a nozzle. The retention system consists of a horizontal channel with a conical hook-shaped head. Below the cross-section is a top-down view of the conical hook-shaped retention system.</p>	<p>Na extração as placas se movem para a frente, em relação ao pino estacionário, cisalhando ou arrancando o material do rebaixamento.</p>

Fonte: ARAÚJO; BRITO, 2003; PROVENZA, 1993.

Os canais de alimentação podem ser divididos em canais frios e canais quentes.

Os sistemas de canais frios ligam o canal de injeção às entradas das cavidades, e estão situados na linha de partição do molde. Dois aspectos devem ser considerados, o leiaute do canal e a forma da seção transversal. O leiaute deve proporcionar um preenchimento simultâneo de todas as cavidades, fazendo o material plástico fundido percorrer sempre a mesma distancia desde o canal de injeção até a entrada da cavidade. O formato da seção transversal deve permitir o melhor fluxo do material através do molde com a mínima perda de pressão. Podem ser classificados quanto a seção transversal. Podendo ser: circulares, trapezoidais, trapezoidais modificados, semicirculares e retangulares, conforme mostrado na Tabela 2.4

Tabela 2.4 - Formatos de seções transversais.

Tipo de Seção	Característica
 <p>Canal circular</p>	<p>É o tipo mais eficiente. A resistência ao fluxo deste tipo de canal é relativamente menor comparada com os outros. A queda de temperatura do fundido durante o enchimento também é menor. A única desvantagem é a necessidade de serem trabalhados em ambas as metades do molde.</p>
 <p>Canal trapezoidal</p>	<p>Tem a vantagem de ser usinado em apenas um dos lados do molde.</p>
 <p>Canal trapezoidal modificado</p>	<p>É a melhor aproximação ao canal circular e tem a vantagem de ser usinado em apenas um dos lados do molde.</p>
 <p>Canal semicircular</p>	<p>De fácil usinagem. Devem ser evitados sempre que possível. Possui baixa transferência de pressão ao longo do canal.</p>
 <p>Canal retangular</p>	<p>Assim como os canais de seção semicirculares também devem ser evitados sempre que possível e possui baixa transferência de pressão ao longo do canal. Sua extração é difícil devido ao ângulo ser zero.</p>

Fonte: ARAÚJO; BRITO, 2003; HARADA, 2004; SANTANA ; REINERT, 2004.

Os sistemas de canal quente, também conhecidos por câmara quente são sistemas de alimentação baseados no emprego de canais controlados termicamente para o processamento de materiais termoplásticos. Sua função é manter o material no estado fundido desde o bico do canhão da injetora até o canal de entrada na cavidade do molde.

Os moldes de canais quentes permitem a obtenção de peças sem extração do sistema de alimentação, contudo o custo do molde é geralmente mais elevado, devido à sua maior complexidade e maior custo dos componentes.

*Pontos de Injeção:* ou entradas, ligam o sistema de alimentação a cavidade e possuem uma superfície pequena em comparação com o restante do sistema de alimentação. A boa localização, o tamanho e a forma dos pontos de injeção são fatores essenciais para se obter produtos de qualidade.

Os fatores que determinam a localização, a forma e o tamanho do ponto de injeção são (MENGES; MOHREN, 1993):

- Produto a ser injetado: geometria, espessura da parede, direção da sollicitação mecânica, qualidade (dimensional, aparência e funcional), comprimento do fluxo/espessura da parede.
- Material do produto: viscosidade, temperatura, características do fluxo, contração.

É aconselhável localizar o ponto de injeção o mais próximo possível do centro da cavidade, a fim de garantir um preenchimento uniforme. Contudo, quando não for possível este posicionamento, deve-se utilizar uma entrada maior ou várias entradas por cavidade.

Os pontos de injeção podem ser classificados em grupos distintos conforme mostrado na Tabela 2.5.

Tabela 2.5 - Princípios de soluções de entradas de injeção (continua).

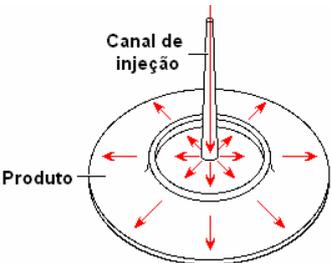
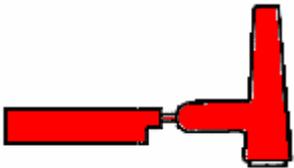
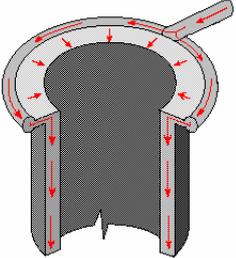
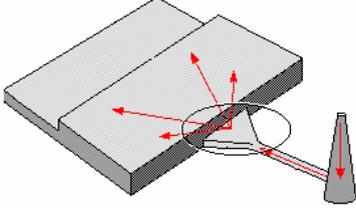
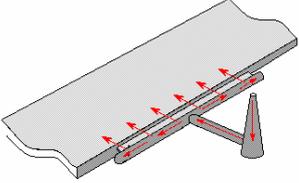
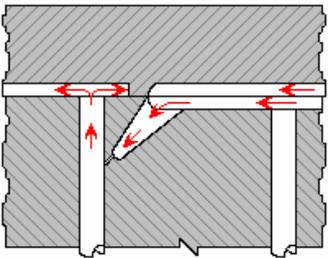
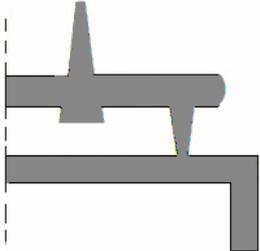
Tipo	Característica
 <p data-bbox="325 1749 512 1783">Entrada direta</p>	<p data-bbox="639 1435 1445 1518">Pode ser utilizado em moldes de uma só cavidade. Deve ser utilizado para a injeção de peças com grande espessura.</p> <p data-bbox="639 1536 1445 1664"><b>Vantagens:</b> A queda de pressão no sistema de alimentação é relativamente baixa e produtos com alta qualidade e dimensões exatas.</p> <p data-bbox="639 1682 1445 1765"><b>Desvantagens:</b> Dificuldade em separar o jito da peça sem deixar marcas.</p>
 <p data-bbox="325 2011 512 2045">Entrada lateral</p>	<p data-bbox="639 1809 1353 1843">É o tipo mais comum usado na moldagem por injeção.</p> <p data-bbox="639 1861 1445 1944"><b>Vantagens:</b> Grande exatidão dimensional e a facilidade de variação das suas dimensões.</p> <p data-bbox="639 1962 1445 2045"><b>Desvantagens:</b> Deixa marca na superfície visível do produto.</p>

Tabela 2.5 - Princípios de soluções de entradas de injeção (continuação).

Tipo	Característica
 <p data-bbox="309 539 526 568">Entrada em anel</p>	<p data-bbox="639 259 1366 293">É utilizada para moldar peças com geometria cilíndrica.</p> <p data-bbox="639 309 1453 443"><b>Vantagens:</b> Uniformidade da espessura ao longo do perímetro de moldagem, permitindo o enchimento da cavidade com um fluxo paralelo e sem linhas de solda.</p> <p data-bbox="639 459 1453 544"><b>Desvantagens:</b> Pós operação para remover o canal de injeção.</p>
 <p data-bbox="300 882 537 911">Entrada em leque</p>	<p data-bbox="639 591 1453 676">É feita através de uma fenda em vez de um orifício. É utilizada em peças com grande área e paredes finas.</p> <p data-bbox="639 692 1453 826"><b>Vantagens:</b> Como permite criar uma frente de fluxo uniforme, em alguns casos, minimiza o efeito de empenamento devido a orientação molecular.</p> <p data-bbox="639 842 1453 927"><b>Desvantagens:</b> Deixa marca na superfície visível do produto.</p>
 <p data-bbox="309 1158 533 1187">Entrada em flash</p>	<p data-bbox="639 945 1155 978">Aplica-se para áreas grandes e planas.</p> <p data-bbox="639 994 1453 1128"><b>Vantagens:</b> Possibilita um rápido enchimento da cavidade, bem como um rápido resfriamento, o que permite ciclos curtos.</p> <p data-bbox="639 1144 1453 1229"><b>Desvantagens:</b> Deixa um grande volume de sobras devido ao longo canal de distribuição.</p>
 <p data-bbox="293 1529 547 1559">Entrada submarina</p>	<p data-bbox="639 1285 1453 1370">Para peças pequenas em molde de múltiplas cavidades e para materiais flexíveis.</p> <p data-bbox="639 1386 1358 1420"><b>Vantagens:</b> Remoção automática do canal de injeção.</p> <p data-bbox="639 1435 1453 1520"><b>Desvantagens:</b> Apenas para produtos simples por causa da alta perda de pressão.</p>
 <p data-bbox="320 1861 523 1890">Entrada capilar</p>	<p data-bbox="639 1617 1437 1650">É o tipo de entrada característica nos moldes de três placas.</p> <p data-bbox="639 1666 1453 1751"><b>Vantagens:</b> Possibilidade de colocar o ponto de injeção no centro das superfícies. Permite remoção automática.</p> <p data-bbox="639 1767 1453 1852"><b>Desvantagens:</b> Grande volume de sobras e custos mais elevados do molde.</p>

Fonte: ARAÚJO; BRITO, 2003; D-M-E PLASTICS UNIVERSITY.

**Sistema de ventilação:** Esse sistema é fundamental para um funcionamento adequado do molde. Durante o enchimento do molde cada cavidade deve ser ventilada adequadamente para permitir a saída do ar e escape dos gases. A retenção desses gases ou as saídas ineficientes ou mal localizadas prejudicam o adequado funcionamento do molde podendo resultar em um mau preenchimento da peça e linhas de solda.

Na maioria dos casos o ar pode escapar pelo plano de partição do molde, como mostrado na figura 2.7. Contudo, devido à elevada precisão de ajustamento entre as duas partes do molde, o escape de gases por este plano não é eficiente.

Sendo assim, a solução para este problema é prover pequenas aberturas para facilitar sua saída, colocação de extratores e postigos também promove o escape de ar, devido à folga existente ou a utilização de materiais especiais, como, por exemplo, o aço poroso.

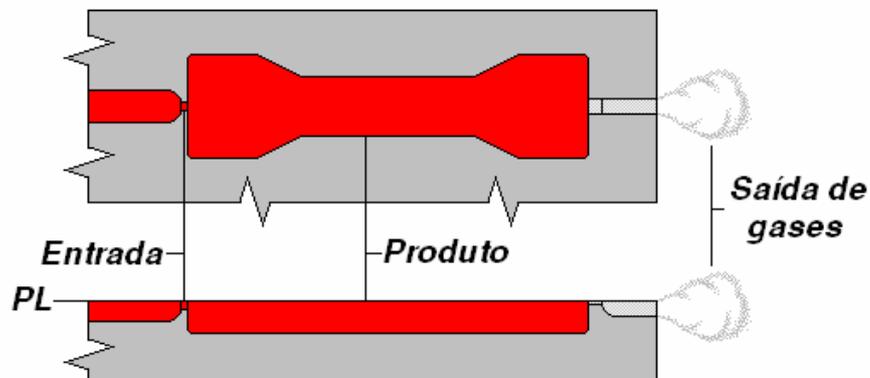


Figura 2.7 – Ventilação pela linha de abertura (adaptado de D-M-E PLASTICS UNIVERSITY).

**Sistema de refrigeração:** esse tem uma grande importância na produtividade do molde, uma vez que é este que controla o esfriamento das peças, que na maioria dos casos é a fase mais longa do ciclo de injeção. O esfriamento do material plástico quente injetado é feito por transferência de calor para as superfícies das cavidades (que estão com uma temperatura bastante inferior).

Esse processo de resfriamento é feito através de canais (furos) de passagem de um fluido refrigerante, perto das cavidades. Esse fluido refrigerante é normalmente água, mas pode ser usado qualquer líquido ou gás (como por exemplo, ar) que absorvem o calor. A água é a mais eficiente e de menor custo.

Os canais de refrigeração podem ser furados diretamente no molde ou feitos com tubos de cobre alojados neste e envolvidos por uma liga de baixo ponto de fusão.

O regime do fluxo do fluido refrigerante é importante, em regimes laminares a troca térmica não é tão eficiente quanto em regime turbulento, pois a troca térmica decresce da

borda para o centro enquanto que no turbulento (Figura 2.8) há intensa mistura do fluido, apresentando uma maior homogeneidade de temperatura (ASCAMM, 2002).

O projeto do sistema de refrigeração requer uma atenção especial, depende principalmente da forma da peça e das suas dimensões, pois deve acompanhar o melhor possível, e também se devem considerar os sistemas de alimentação e extração. A Tabela 2.6 apresenta os principais tipos de sistema de refrigeração.

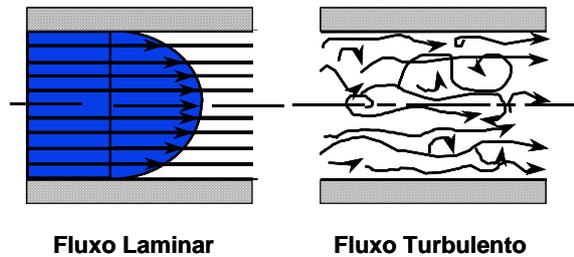
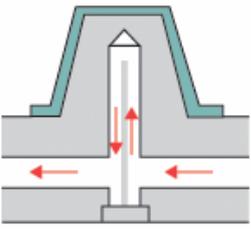
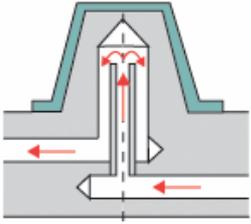
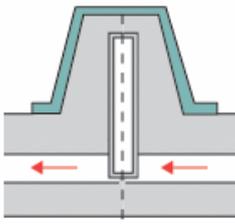


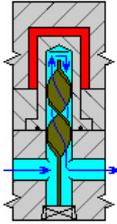
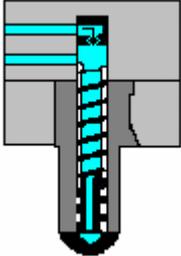
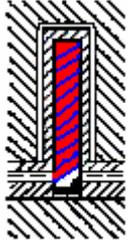
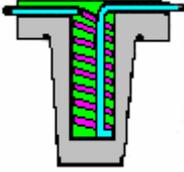
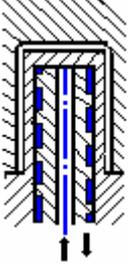
Figura 2.8 - Representação do fluxo laminar e turbulento (ASCAMM, 2002).

Tabela 2.6 - Exemplos de sistemas de refrigeração (continua).

Tipo	Características
 <p data-bbox="352 1265 630 1299">Cascata com palheta</p>	<p data-bbox="743 1064 1401 1249">Este tipo de circuito pode ser usado para refrigerar zonas do molde onde falta espaço para criar-se um canal de retorno. Pode ser utilizado também em cavidades profundas.</p>
 <p data-bbox="352 1568 630 1601">Cascata com núcleo</p>	<p data-bbox="743 1344 1401 1579">Semelhante ao de cascata com palheta, porém o diâmetro do furo onde a água deverá passar terá de ser maior. Deve-se tomar o cuidado no momento de projetar para evitar a formação de bolsas de ar na base da câmara.</p>
 <p data-bbox="406 1877 574 1910">Pino térmico</p>	<p data-bbox="743 1624 1401 1904">É utilizado em dimensões menores que o da cascata com palheta. A eficiência do pino térmico é muito mais elevada se comparado a água. Mas a desvantagem é que sua altura não pode ser ajustada (não pode ser cortado), e <math>\frac{1}{4}</math> de seu comprimento deve estar banhado em água.</p>

Fonte: BRITO ET AL, 2003; D-M-E PLASTICS UNIVERSITY; MENGES; MOHREN (1993); PROVENZA, 1993.

Tabela 2.6 - Exemplos de sistemas de refrigeração (continuação).

Tipo	Características
 <p data-bbox="288 510 703 544">Cascata com palheta helicoidal</p>	<p data-bbox="759 331 1385 465">Semelhante ao de cascata com palheta. Porém devido à alta turbulência induzida torna-se mais eficiente.</p>
 <p data-bbox="293 853 695 936">Cascata com núcleo helicoidal simples</p>	<p data-bbox="743 633 1401 869">São componentes normalizados que variam de diâmetros entre 12 a 50 mm, sendo amplamente utilizados em peças cilíndricas. Neste caso o fluido refrigerante entra pelo centro e desce em espiral.</p>
 <p data-bbox="293 1234 695 1317">Cascata com núcleo helicoidal duplo</p>	<p data-bbox="743 1070 1401 1205">Semelhante a cascata com núcleo helicoidal simples. Porém aqui o fluido refrigerante sobe em espiral e desce em espiral.</p>
 <p data-bbox="304 1541 683 1574">Tubos de cobre (Serpentina)</p>	<p data-bbox="743 1339 1401 1574">O espaço entre os tubos de cobre e a cavidade deve ser preenchido com material de baixo ponto de fusão para melhorar a transferência de calor. Sua utilização não é recomendável, pois ocupa muito espaço.</p>
 <p data-bbox="300 1883 687 1917">Cascata com canal helicoidal</p>	<p data-bbox="743 1597 1401 1921">Este tipo de circuito pode ser utilizado para qualquer formato de peça, não tendo de ser necessariamente circular. Para isto basta que o postigo a ser utilizado seja fabricado com o circuito e os canais conforme o controle de temperatura específico, para melhor acompanhar a peça.</p>

Fonte: BRITO ET AL, 2003; D-M-E PLASTICS UNIVERSITY; MENGES; MOHREN (1993); PROVENZA, 1993.

**Sistema de extração:** na fase final do processo de moldagem, o molde se abre e a peça é extraída da ferramenta. O ideal seria que após a abertura do molde a peça pudesse cair por gravidade. Contudo, devido à contração, adesão e as contra-saídas, a peça tende a ficar presa no molde (ARAÚJO et al, 2003), sendo necessário o acionamento do sistema de extração para empurrar as peças fora do molde.

O sistema de extração é normalmente atuado pela máquina injetora. Se este método não for suficiente, o sistema pode ser executado por um sistema hidráulico ou pneumático.

Várias soluções construtivas têm sido desenvolvidas na prática para remoção do produto solidificado no molde de injeção. Porém deve-se selecionar considerando os formatos externos e internos do produto, sua posição no molde, entre outros. Os principais tipos de soluções deste sistema são apresentados na Tabela 2.7.

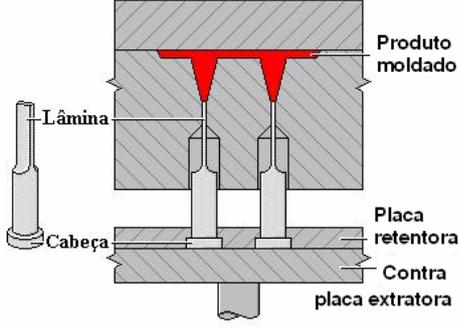
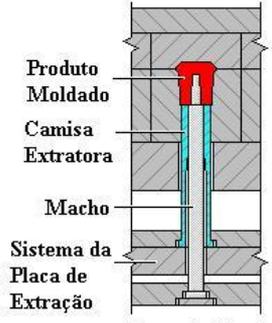
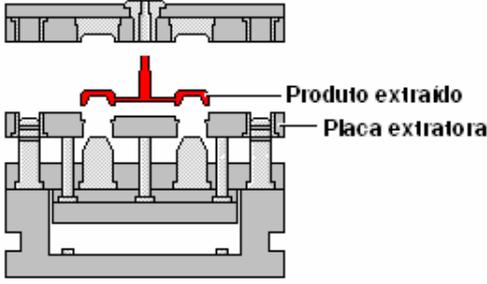
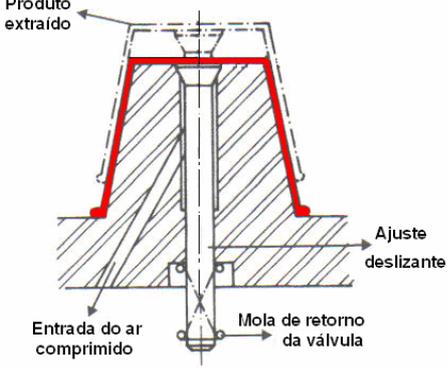
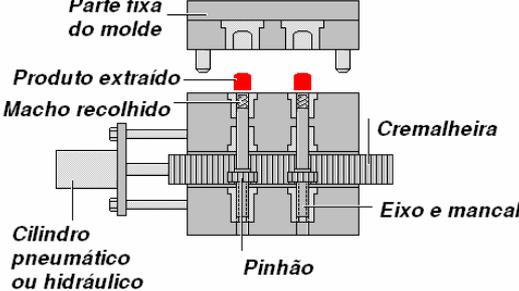
A utilização de robôs para a extração e manipulação das peças está em crescimento, o que pode levar a pensar que este sistema está em desuso. Contudo, de acordo com Araújo et al (2003), isso não corresponde à verdade, já que, por si só, o robô não consegue extrair a peça, devido às elevadas forças necessárias para a extração e às eventuais contra-saídas que a peça possa ter. Assim, de acordo com os autores, terá que existir um sistema de extração que eventualmente não fará uma extração completa (para que a peça possa cair por gravidade), mas uma extração parcial (liberar as contra saídas e fazer o “descolamento” da peça da bucha) para que assim, o robô possa “pegar” na peça.

Para a extração das peças no molde, convém fazer as paredes com um leve ângulo de saída. Segundo Provenza (1993), um ângulo de saída na ordem de  $0,5^\circ$  a  $1^\circ$  é o suficiente e pode ser reduzido ainda mais quando se usa um dispositivo de extração pneumático ou mecânico.

Tabela 2.7 - Exemplos de sistemas de extração (continua).

Tipo	Exemplo
	<p><b>Extração por Pinos</b></p> <p>São mais empregados por serem de fácil colocação no molde. A peça moldada é extraída pela aplicação de uma força provocada por uma ou várias barras cilíndricas chamadas pinos extratores, que são fixados na placa impulsora. Contudo as peças apresentam marcas circulares na superfície devido ao ajuste entre o extrator e o furo e/ou devido à pressão de contato durante a extração.</p>

Tabela 2.7 - Exemplos de sistemas de extração (continuação).

Tipo	Exemplo
 <p>Diagrama de extração por lâmina. O produto moldado (em vermelho) está sendo extraído de um molde. A lâmina (em verde) é guiada por uma placa retentora e uma contra-placa extratora. A cabeça da lâmina é mostrada separadamente à esquerda.</p>	<p><b>Extração por Lâmina</b></p> <p>Apresentam uma seção retangular na extremidade que fica em contato com a peça moldada. São freqüentemente utilizadas na extração de peças com nervuras finas e profundas.</p>
 <p>Diagrama de extração por camisa ou luva. O produto moldado (em vermelho) está sendo extraído de um molde. A camisa extratora (em azul) é montada na placa impulsora. O macho (em verde) é usado para extrair o produto. O sistema da placa de extração é mostrado na base.</p> <p>Exemplo No. 1</p>	<p><b>Extração por Camisa ou Luva</b></p> <p>Consiste em uma bucha cilíndrica montada na placa impulsora. É comumente usada em pelas tubulares ou partes cilíndricas de moldagem. Uma vantagem deste sistema, é que a camisa quase não deixa marcas de extração.</p>
 <p>Diagrama de extração por placa extratora. O produto extraído (em vermelho) está sendo extraído de um molde. A placa extratora (em cinza) é usada para extrair o produto.</p>	<p><b>Extração por Placa Extratora</b></p> <p>A extração com placa extratora é utilizada quando não existe área suficiente para a colocação de extratores ou quando se deseja uma extração com a força uniformemente distribuída.</p>
 <p>Diagrama de extração por ar comprimido. O produto extraído (em vermelho) está sendo extraído de um molde. O sistema inclui uma entrada de ar comprimido, uma mola de retorno da válvula e um ajuste deslizante.</p>	<p><b>Extração por Ar Comprimido</b></p> <p>Consiste na introdução de ar comprimido entre a face do molde e o produto moldado. É um método eficiente para a desmoldagem de peças como caixas ou recipientes.</p>
 <p>Diagrama de extração por movimento rotativo. O produto extraído (em vermelho) está sendo extraído de um molde. O sistema inclui uma parte fixa do molde, um macho recolhido, um cilindro pneumático ou hidráulico, um pinhão, um eixo e mancal, e uma cremalheira.</p>	<p><b>Extração por movimento rotativo</b></p> <p>É normalmente utilizada para a liberação de peças com roscas internas. Um exemplo é a utilização de cremalheiras que podem ser acionadas por cilindros pneumáticos ou hidráulicos.</p>

### 2.5.2 - Classificação dos moldes

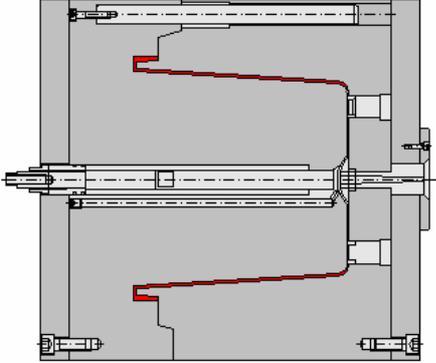
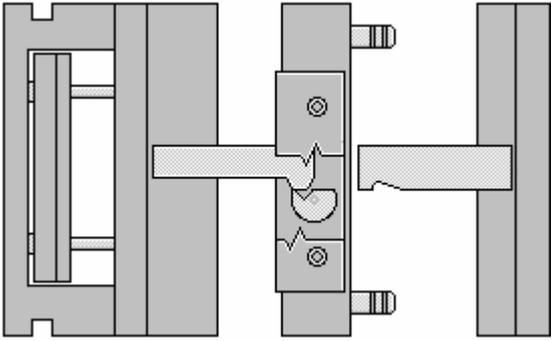
Existem diferentes tipos de moldes, projetados de acordo com os requisitos da peça a ser moldada. Na literatura encontram-se diversos critérios para a classificação dos moldes. Para Menges e Mohren (1993) os moldes podem ser classificados de acordo com o sistema de extração resultando nos seguintes tipos básicos: molde de duas placas, molde com placa extratora, molde com gavetas, molde com dispositivo de desrosqueamento e molde de três placas.

Harada (2004) classifica os moldes de acordo com o sistema de alimentação e com o sistema de extração. Esses sistemas são influenciados por fatores como a forma do produto, o material plástico a ser empregado e a máquina injetora.

Segundo Gastrow (1990), o molde de injeção é classificado de acordo com a norma DIN 1670, denominada Moldes de Injeção e Compressão de Componentes, em: moldes de duas placas, moldes de três placas ou placa flutuante, moldes com gavetas, moldes com canal quente, moldes sanduíche e moldes com placa extratora.

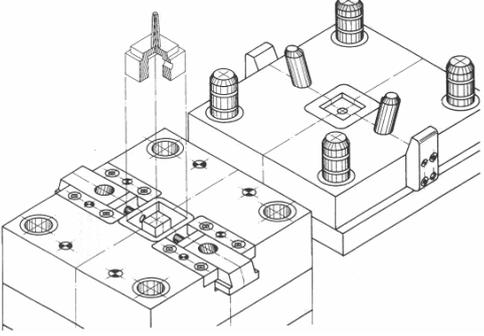
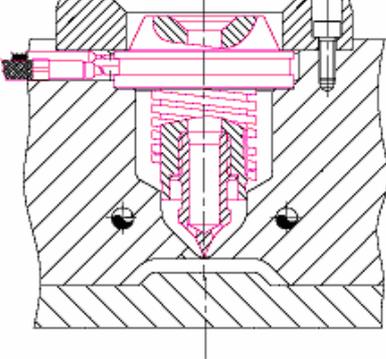
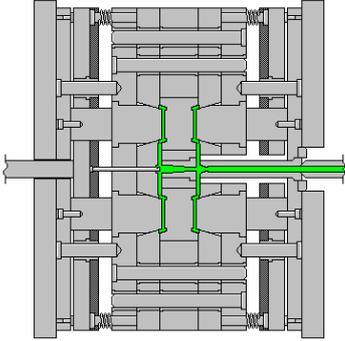
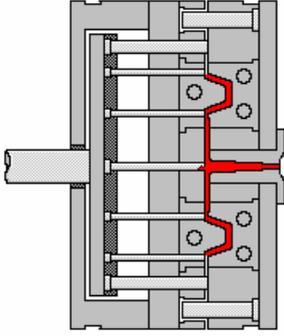
Não existe uma norma brasileira para classificação dos moldes de injeção, sendo assim será adotada a classificação proposta pela norma DIN E 1670, conforme a Tabela 2.8.

Tabela 2.8 - Classificação dos moldes de acordo com a norma DIN E 1670 (continua).

Classificação do molde	Exemplo
<p data-bbox="395 1312 687 1346">Molde de duas placas</p>	
<p data-bbox="403 1753 679 1787">Molde de três placas</p>	

Fonte: D-M-E PLASTICS UNIVERSITY; CRUZ, 2002.

Tabela 2.8 - Classificação dos moldes de acordo com a norma DIN E 1670 (continuação).

Classificação do molde	Exemplo
<p data-bbox="411 450 671 483">Molde com gavetas</p>	 <p data-bbox="858 286 1342 622">A 3D exploded view of a mold assembly. It shows a main mold block with several cylindrical inserts (gavetas) being inserted into it. The inserts are of different heights and diameters, and some have specific shapes on their ends. The main block has a complex internal cavity.</p>
<p data-bbox="389 853 694 887">Molde de canal quente</p>	 <p data-bbox="919 689 1305 1048">A cross-sectional view of a hot channel mold. It shows a central cavity with a complex shape. A pink-colored channel is shown running through the mold, likely for heating or cooling. The mold is made of a material with a hatched pattern, indicating a specific material or finish.</p>
<p data-bbox="427 1234 655 1267">Molde sanduíche</p>	 <p data-bbox="954 1079 1299 1420">A cross-sectional view of a sandwich mold. It shows a central cavity with a complex shape. A green-colored channel is shown running through the mold, likely for heating or cooling. The mold is made of a material with a hatched pattern, indicating a specific material or finish.</p>
<p data-bbox="363 1644 719 1677">Molde com placa extratora</p>	 <p data-bbox="935 1482 1219 1818">A cross-sectional view of a mold with an extractor plate. It shows a central cavity with a complex shape. A red-colored channel is shown running through the mold, likely for heating or cooling. The mold is made of a material with a hatched pattern, indicating a specific material or finish.</p>

Fonte: D-M-E PLASTICS UNIVERSITY; CRUZ, 2002.

### 2.5.3 - Projeto de moldes de injeção

Conforme exposto anteriormente, o ciclo de desenvolvimento de componentes plásticos injetados compõe-se por fases que envolvem mais de um grupo de responsáveis. Neste contexto, o projetista, no momento de projetar o molde, deve interagir tanto com o projetista do componente como com o responsável pelo processo de moldagem. Tonolli (2003) descreve que o projeto de um molde é uma tarefa que demanda um grande esforço e competência para realizá-la, pois envolve conhecimentos de diversas áreas técnicas.

Assim, o processo de projeto do molde é baseado em informações que estão associadas ao conhecimento de especialistas de distintos campos de conhecimento como, por exemplo, as necessidades dos clientes, lista de requisitos e regras de projetos de moldes, princípios de solução para o projeto, informações sobre a máquina injetora e material do componente a ser injetado, entre outros.

No início do processo de projeto do molde é necessário que algumas informações preliminares estejam definidas, como as informações do projeto do produto, do material de moldagem (plástico) e as especificações da máquina injetora.

Considerando os aspectos descritos anteriormente o projetista deve reunir as informações necessárias para o desenvolvimento do projeto do molde e, com seu conhecimento desenvolver o projeto do molde definindo os principais sistemas do molde.

A habilidade do projetista em reunir estas informações necessárias para o desenvolvimento do projeto influenciará nas características, na qualidade e nas propriedades da peça moldada (TONOLLI, 2003).

Assim, após de realizar a coleta de informações, inicia-se a etapa de execução do projeto, definindo os sistemas do molde (cavidades e machos, centragem e guiamento, alimentação, ventilação, resfriamento e extração).

Vários autores têm proposto modelos para o projeto de moldes de injeção, contudo, de acordo com Sacchelli (2007) não existe convergência sobre as fases que devem ser seguidas no desenvolvimento de moldes de injeção, conforme mostrado na Tabela 2.9.

Bazzo e Pereira (2006) descrevem que as práticas de projeto têm evoluído continuamente, sendo aprimoradas a partir de experiências particulares. Isso explica por que não existe um padrão único e absoluto para o processo de projeto e nem uma seqüência de passos aceita universalmente.

Daré (2001) descreve que é muito difícil estabelecer uma sistemática para o projeto do molde, devido às interações que existem entre as atividades, exigindo que muitas das inúmeras decisões sejam tomadas de modo iterativo e simultâneo, tornando-se difícil definir o momento exato e a seqüência que devem ser realizadas atividades.

Para demonstrar essa forte interação que existe entre as diversas etapas do projeto, a Figura 2.9 apresenta um diagrama de relacionamento entre os diversos elementos

necessários para o desenvolvimento de projetos de moldes sugerido por Menges e Mohren (1993).

Tabela 2.9 - Fases de projeto de molde de injeção.

	Fase 1	Fase 2	Fase 3	Fase 4	Fase 5	Fase 6
<b>Fuh et al. (2004)</b>	Definir o número e leiaute das cavidades	Localizar a(s) linhas de partição	Definir o sistema de alimentação e analisar as saídas de ar	Projetar o sistema de extração	Projetar o sistema de refrigeração	Projetar as demais partes
<b>Tonolli (2003)</b>	Definir o número e leiaute das cavidades	Localizar a(s) linhas de partição	Realizar o balanceamento do molde	Projetar o sistema de refrigeração	Projetar o sistema de extração	Projetar as demais partes
<b>Daré (2001)</b>	Definir o número e leiaute das cavidades	Localizar a(s) linhas de partição	Projetar o sistema de alimentação	Projetar o sistema de refrigeração	Projetar o sistema mecânico	Projetar sistema de extração
<b>Lee, Cheng &amp; Lee (1997)</b>	Definir o número e leiaute das cavidades	Definir o sistema de alimentação	Determinar as dimensões gerais do molde	Localizar a(s) linhas de partição	Projetar o sistema de refrigeração	Projetar o sistema de extração e demais partes
<b>Rees (1995)</b>	Desenhar a seção transversal mais significativa do component e e esboçar todos os sistemas	Localizar a(s) linhas de partição	Realizar o balanceamento do molde	Projetar o sistema de alimentação e possíveis insertos	Analisar as saídas de ar. Projetar o sistema de extração	Projetar o sistema de refrigeração e demais partes
<b>Menges &amp; Mohren (1993)</b>	Especificar a máquina, material e produto	Localizar a(s) linhas de partição	Definir o número e leiaute das cavidades	Projetar o sistema de alimentação	Projetar o sistema de refrigeração	Projetar o sistema de extração e demais partes
<b>Glastrow (1990)</b>	Definir o número e leiaute das cavidades	Projetar o sistema de alimentação	Projetar o sistema de refrigeração	Projetar o sistema de extração	Projetar a saída de ar	

Fonte: SACHELLI (2007).

Durante o projeto do molde de injeção, uma grande quantidade de informações, externas e internas ao ambiente de projeto, interagem entre si (Figura 2.10). Algumas destas interações externas podem ser representadas como, especificações do cliente, descrição da peça plástica (geometria, material, tolerâncias, etc.), capacidades do chão de fabrica, etc. por outro lado, informações sobre número de cavidades, tipo de molde, definição de cada sistema do molde (extração, resfriamento, etc.), representam algumas das

interações internas. Desta forma, para que o projeto do molde seja bem sucedido, o mesmo terá que encontrar um equilíbrio entre tais interações (COSTA; YOUNG, 1999).

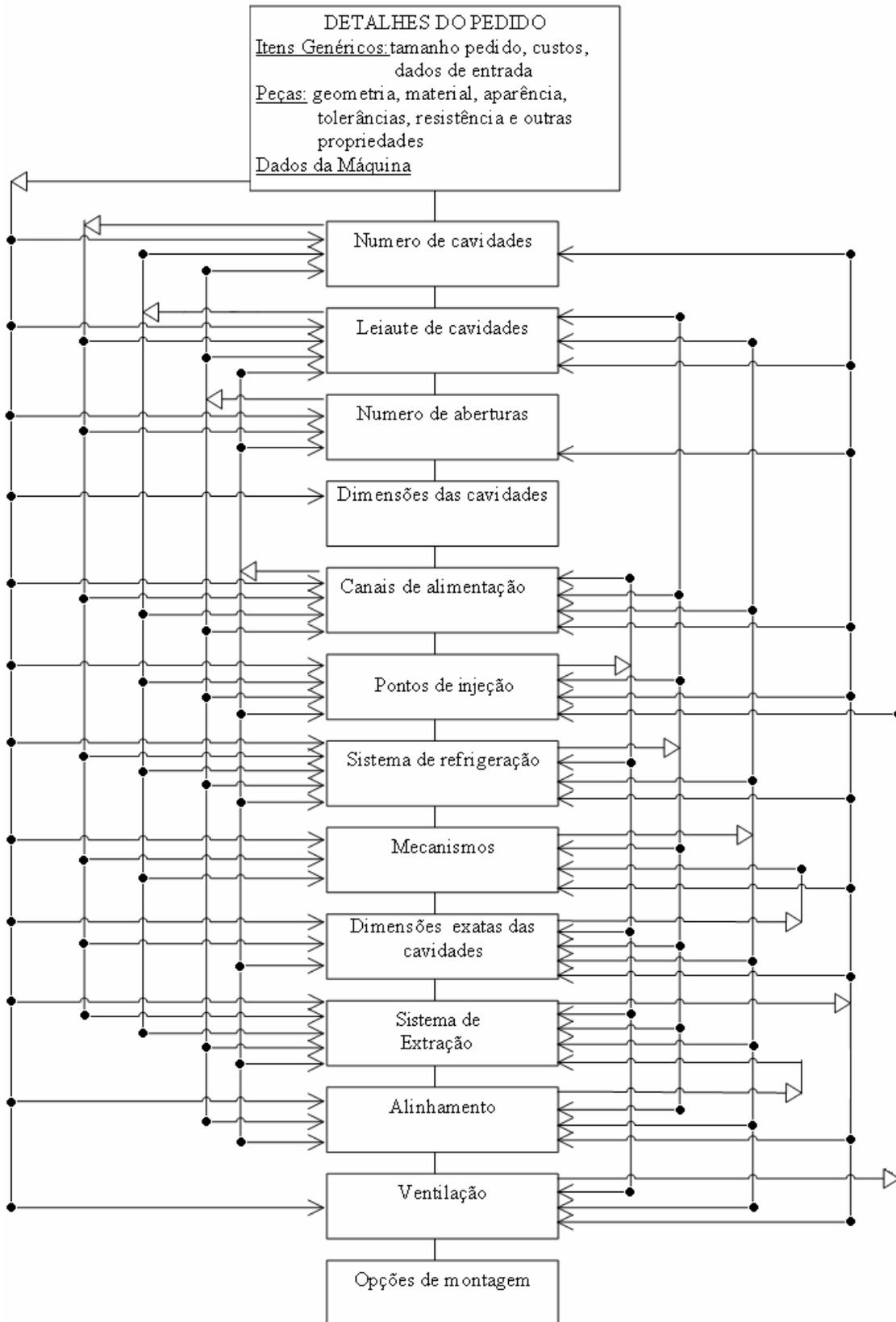


Figura 2.9 - Interação entre os componentes de um molde durante o seu projeto.  
(adaptado de MENGE; MOHREN, 1993).

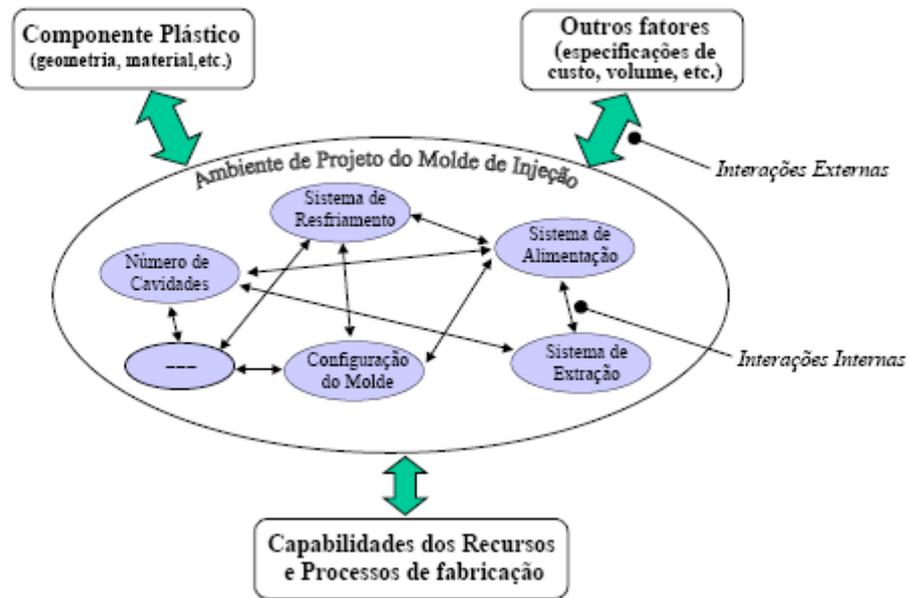


Figura 2.10 - Troca de informações no projeto de peças plásticas injetadas (COSTA; YOUNG, 1999).

O gerenciamento destas interações durante o processo de projetar o molde de injeção é fundamental para um projeto final balanceado. Estas interações e a forma de priorizá-las durante o projeto do molde é que fazem parte do conhecimento adquirido ao longo do tempo pelos projetistas mais experientes, ou pela empresa, devendo ser capturados de alguma forma. (COSTA; YOUNG, 2004).

Diante do exposto, os projetistas estão às voltas com um conjunto de informações esparsas, que precisam ser reunidas, organizadas e trabalhadas, para se transformarem em resultados práticos e úteis, sendo que o conhecimento dos projetistas, constituem uma das mais significativas bases para a geração de soluções. Bazzo e Pereira (2006) descrevem que quanto maior o acervo de conhecimentos, mais ampla será a fonte de informações; dessa forma, maiores serão as chances de gerar idéias.

A próxima seção apresenta trabalhos desenvolvidos na área de projeto de moldes de injeção, com o enfoque de auxiliar os projetistas no processo de projeto.

#### 2.5.4 - Sistemas de apoio ao projeto de moldes de injeção

Como não existe um modelo único a ser seguido, várias pesquisas foram realizadas nesta área a fim de auxiliar os projetistas no desenvolvimento de moldes.

Salvador et al. (2007) realizaram um estudo comparativo das atividades envolvidas no processo de projeto de moldes de injeção com relação a algumas metodologias de desenvolvimento de produtos, no qual, concluíram que apesar das empresas não seguirem uma metodologia formal para o projeto de um molde de injeção, as fases identificadas são comuns e podem ser associadas com as etapas das metodologias de projetos de produtos encontradas em bibliografias.

Como o ambiente de desenvolvimento de um produto plástico injetado envolve mais de um grupo de responsáveis (departamentos ou empresas distintas), Tonolli (2003) propôs um ambiente para troca de informações entre o cliente, a ferramentaria e o escritório de projetos, para o apoio ao desenvolvimento de moldes de injeção, na forma de um ambiente colaborativo.

Visando apoiar as decisões durante as fases iniciais do projeto, Costa e Young (2004) propuseram um modelo de produto variante que oferece informações e conhecimento para apoiar decisões de novos projetos baseados em projetos anteriores, explorando como as interações do projeto deveriam ser capturadas, em conjunto com as funções e soluções de projeto. Assim, segundo os autores o modelo de produto variante é um modelo de informações que armazena e compartilha não somente as relações entre funções e soluções de projeto, mas também os critérios de projeto que devem ser atendido para a aplicação de cada solução de projeto.

Para Costa e Young (1999) a necessidade crescente de ambientes integrados da engenharia simultânea juntamente com a dificuldade no processo de projeto de moldes, pois este envolve conhecimentos de várias áreas, vem motivando o desenvolvimento de pesquisas que possam fornecer suporte computacional ao projeto de moldes de injeção.

Segundo os autores estas pesquisas têm sido desenvolvidas com aplicações nas mais diversas fases do projeto do molde, adotando vários tipos de abordagens, no qual se destacam dois tipos (COSTA; YOUNG, 1999):

- Abordagens baseadas em Análise e Simulação Matemática: como os simuladores comerciais que podem analisar o fluxo do material plástico, resfriamento, contração, deformações etc. (exemplo o Moldflow, C-Flow e C-mold).
- Abordagens baseadas em Inteligência Artificial e Procedural: visam absorver o conhecimento e as informações usadas durante o processo de projetar o molde e assim ajudar o projetista em suas tomadas de decisões.

O primeiro tipo aborda soluções de problemas em três campos da engenharia, tais como, reologia (fluxo do material), mecânica dos sólidos e transferência de calor. Atualmente no mercado existem vários simuladores comerciais baseados nesta abordagem, como por exemplo Moldflow, C-Flow, C-Mold e também módulos CAD como Solid Work e Solid Edges (COSTA; YOUNG, 1999).

Estes softwares podem simular o processo de produção da peça, analisando as informações necessárias para o projeto dos produtos, do molde e do processo de moldagem por injeção.

Para realizar a simulação é necessário que o usuário indique além do modelo a ser analisado (geometria), também dados como a escolha do termoplástico a ser utilizado, localização e geometria do sistema de alimentação, ponto(s) de injeção, temperatura de

injeção e do molde, temperatura do fluido de refrigeração, tipo de material do sistema de refrigeração e velocidade de injeção.

Com estes parâmetros de entrada estes softwares analisam a pressão de injeção, força de fechamento, distribuição de temperatura ao longo do ciclo do molde, na peça e no sistema de alimentação, taxa e tensão de cisalhamento, tempo de resfriamento da peça e do sistema de alimentação e injeção, nível de tensões internas (COSTA; YOUNG, 1999; BUSATO, 2004).

Além dessas análises também é possível prever defeitos devido a condições impróprias de moldagem ou projeto, tais como pontos onde podem ocorrer contrações, tensões internas, empenamentos, hesitação, bolhas de ar e pontos com concentração de calor.

Os benefícios gerados por esta tecnologia são muitos, contudo para obter estes benefícios é necessária muita dedicação e experimentação, pois a aplicação destes softwares exige conhecimento teórico aliado a uma forte base experimental (D'ISSY, 2003).

Por outro lado Costa e Young (1999) descrevem que a aplicação de abordagens baseadas em Inteligência Artificial tem crescido nos últimos anos, fornecendo suporte em áreas de projeto, onde a dependência da experiência e raciocínio humano são mais acentuadas. Assim os autores classificam os trabalhos desenvolvidos na área de suporte ao projeto de moldes de injeção, dentro das abordagens baseadas em Inteligência Artificial em duas linhas principais de pesquisa, a saber: 1) Processo de projeto - que são conduzidas por dois tipos de abordagens: a) Sistemas de Suporte Específico, que fornecem apoio a decisões em fases específicas do projeto de moldes, tem como principal objetivo absorver, com maior precisão, a heurística envolvida no processo, dentro desta área tais trabalhos podem ser classificados como apoiando as decisões iniciais do projeto do molde (estimativa de custos do molde, melhor leiaute das cavidades, linha de partição e número de cavidades) e as decisões envolvidas na definição dos principais sistemas do molde (injeção, resfriamento e extração). b) Sistemas de Suporte Integrado que fornecem uma solução mais completa e integrada para o ambiente de projeto do molde como um todo, perseguem principalmente aspectos relacionados com o gerenciamento de informações e conhecimentos dentro de uma estrutura computacional integrada. 2) Estruturas de informações que visa o desenvolvimento de estruturas integradas de informações para apoiar os sistemas computacionais que darão suporte as diferentes fases do projeto do molde.

Costa e Young (1999) e (2004) apresentaram algumas características para o sistemas computacionais que pretendem apoiar o projeto de moldes, entre elas destacam-se que os sistemas devem permitir a captura, representação e disponibilização das informações e conhecimentos gerados durante o ciclo de desenvolvimento do projeto para orientar o projetista em suas decisões futuras.

### **2.5.5 - Considerações sobre o projeto de moldes e seus sistemas de apoio**

Em função da multidisciplinariedade de áreas, no qual o processo de projeto de moldes de injeção está inserido, é necessário acessar e trabalhar com muitas informações, o que, conforme observado torna-se uma dificuldade para o projetista, pois elas interagem entre si. O gerenciamento adequado dessas interações durante o processo de projeto do molde faz parte do conhecimento adquirido ao longo dos anos pelos projetistas mais experientes.

Assim, diferentes pesquisas têm sido realizadas a fim de auxiliar os projetistas no processo de projetar o molde de injeção, no sentido de automatizar e aperfeiçoar o processo. Trabalhos visando apoiar as decisões durante as fases iniciais de projeto, ou trabalhos que se especializaram em sistemas específicos do molde, que são a maior parte deles.

Costa e Young (2004) descrevem que os sistemas modernos de apoio ao projeto de moldes de injeção deverão estar preparados para além de capturar as informações e conhecimento envolvidos no processo, disponibilizar tais informações para reutilização futura com qualidade, para o apoio às decisões futuras.

Contudo, nenhuma das pesquisas aborda exatamente como estas informações e conhecimentos oriundos de regras definidas na literatura ou baseadas no conhecimento de projetistas mais experientes ou estratégias da empresa foram capturadas.

Neste contexto, um modelo que auxilie no processo de recuperar esses conhecimentos e informações que envolvem o processo de projeto de moldes deverá apresentar uma forma de capturar, armazenar e reutilizar tais informações e conhecimentos. Estas considerações formam o objeto de estudo tratado no próximo tópico.

### **2.6 - Gestão do conhecimento**

Conforme exposto, o processo de desenvolvimento de componentes plásticos injetados é dividido em diversas etapas e envolve conhecimentos de vários especialistas das áreas de projeto do produto, projeto e fabricação do molde e processo de injeção.

Estes conhecimentos são estabelecidos com base em regras, recomendações, estratégias e princípios de solução e muitas vezes em conhecimentos dos próprios especialistas.

Os conhecimentos envolvidos neste processo, principalmente na etapa do projeto do molde poucas vezes é documentado, ficando retido na mente de poucas pessoas. Se esse conhecimento for documentado, organizado e socializado, de maneira que possa ser reutilizado em futuros projetos, será de grande valia para o aprimoramento de novos produtos. Esse processo tem a ver com a gestão do conhecimento (GC).

Os próximos tópicos irão apresentar conceitos e modelos importantes da gestão do conhecimento. Primeiramente serão apresentadas as diferenças entre dados, informação e conhecimento e posteriormente serão apresentados modelos de Gestão do Conhecimento.

### 2.6.1 - Diferenciação de dados, informações e conhecimento.

Ferreira e Forcellini (2003) descrevem que o conhecimento é usualmente apresentado dentro de uma hierarquia que agrega dois outros conceitos: os dados e as informações.

Probst et al. (2002) descreve que há uma certa tendência de confundir esse termos, assim ele apresenta uma relação entre esses níveis na hierarquia, conforme figura 2.11. Segundo os autores quando as regras de sintaxe são aplicadas aos símbolos, eles se tornam dados.

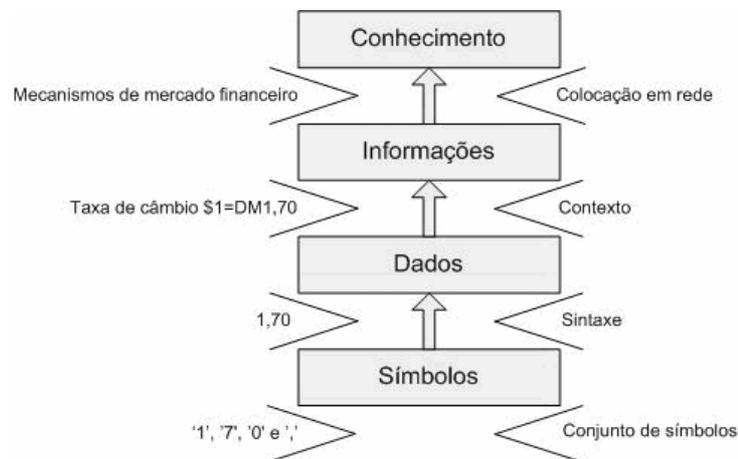


Figura 2.11 - Relação entre níveis na hierarquia (Adaptado de PROBST et al. 2002).

De acordo com o dicionário Aurélio (FERREIRA, 1995), dado é o elemento ou quantidade conhecida que serve de base a resolução dum problema, ou elemento para formação dum juízo.

Para Davenport e Prusak (1998), dados descrevem apenas parte daquilo que aconteceu; não fornecem julgamento nem interpretação e nem qualquer base sustentável para a tomada de ação. Embora a matéria-prima do processo decisório possa incluir dados, eles não podem dizer o que fazer.

Segundo Audy et al. (2005), o dado consiste em um fato bruto (número de um projeto, código de um produto, etc.) ou suas representações (imagens, sons, números, etc.) que podem ou não ser úteis ou pertinentes para um processo particular.

Probst et al. (2002) descrevem que os dados são passíveis de interpretação dentro de um contexto específico, fornecendo informações ao receptor.

Assim, pode-se dizer que os dados são a matéria-prima para a criação da informação, ou seja, a informação são dados concatenados, que passaram por um processo de transformação, cuja forma e conteúdo são apropriados para um uso específico (Audy et al, 2005).

Peter Drucker *apud* Davenport (1998) definiu informação, como dados dotados de relevância e propósito. Sendo que quem os adota de tais atributos é o ser humano.

Para Davenport e Prusak (1998) a informação normalmente é uma mensagem na forma de um documento ou uma comunicação audível ou visível, e como acontece com qualquer mensagem, tem um emissor e um receptor. É dados dotado de relevância e propósito.

Segundo Stair *apud* Guerrero (2001) o valor da informação também depende de sua qualidade, de forma que, quanto maior a qualidade da informação maior seu valor para a organização, assim o autor relaciona um conjunto de características das informações de qualidade:

- Precisa: uma informação precisa não contém erros. Em alguns casos, a imprecisão é resultado da transformação de dados incorretos;
- Completa: a informação completa contém todos os fatos importantes que compõe seu significado;
- Econômica: o baixo custo da informação é um fator importante para a qualidade;
- Flexível: a informação flexível pode ser usada para diversas funcionalidades, ou seja, quanto maior o número de decisões que podem ser tomadas com uma determinada informação, maior é a sua flexibilidade e maior sua qualidade;
- Confiável: a confiabilidade de uma informação é um indicador de sua qualidade. Na maioria dos casos a confiabilidade está associada à fonte da informação;
- Relevante: toda informação é relevante pela sua definição, ou seja, a informação é um dado que faz a diferença. Contudo, diferentes níveis de relevância indicam diferentes níveis de qualidade da informação;
- Simples: uma informação de qualidade deve estar limitada aos aspectos essenciais, sem complexidade desnecessária;
- Em tempo: a informação deve estar disponível ou ser enviada no tempo certo para que sua qualidade não seja comprometida;
- Verificável: por fim, uma informação de qualidade deve ser verificável, isto é, pode-se checá-la para saber se está correta.

Neste contexto Silva e Zabet (2002) descrevem que o valor da informação está na criação do conhecimento do qual ela faz parte.

Quando as informações são interligadas, estas podem ser usadas em um campo de atividade específico, e isso se pode chamar de conhecimento.

Gordon e Terra (2002) descrevem que o conhecimento não é facilmente compreendido, classificado e medido como um bem ou um recurso, diferente da informação ou dos dados. Ele é invisível, intangível e difícil de imitar.

Vários autores na área de conhecimento e gestão do conhecimento definiram o termo, conforme apresentado na Tabela 2.10. Para todas essas definições, o conhecimento

envolve uma ação humana. Sveiby (1998) descreve que o conhecimento é orientado para a ação, baseado em regras, individual e está em constante mutação.

Para Davenport e Prusak (1998) o conhecimento está próximo (mais do que os dados e as informações) da ação, ele pode e deve ser avaliado pelas decisões ou tomadas de ação às quais ele leva, pois se pode usá-lo para tomar decisões mais acertadas com relação a estratégia, concorrentes, clientes, canais de distribuição e ciclos de vida do produto e serviço.

Audy et al (2005) descrevem que o conhecimento implica em estar ciente e ter o entendimento de um conjunto de informações e como estas informações podem ser úteis para suportar determinado processo ou tarefa, envolvendo uma combinação de instintos, idéias, informações, regras e procedimentos que guiam ações e decisões.

Tabela 2.10 - Definição de conhecimento.

Definição	Autor
Conhecimento é uma mistura fluida de experiência condensada, valores, informação contextual e <i>insight</i> experimentado, a qual proporciona uma estrutura para a avaliação e incorporação de novas experiências e informações. Ele tem origem e é aplicado na mente dos conhecedores. Nas organizações, ele costuma estar embutido não só em documentos ou repositórios, mas também em rotinas, processos, práticas e normas organizacionais.	Davenport e Prusak (1998, p.6)
Uma capacidade de agir.	Sveiby (1998, p.44)
Conhecimento é o conjunto total incluindo cognição e habilidades que os indivíduos utilizam para resolver problemas. Ele inclui tanto a teoria quanto a prática, as regras do dia-a-dia e as instruções sobre como agir. O conhecimento baseia-se em dados e informações, mas, ao contrário deles, está sempre ligado a pessoas. Ele é construído por indivíduos e representa suas crenças sobre relacionamentos causais.	Probst et al (2002, p.29)
Conhecimento é uma "verdadeira convicção justificada". É um processo humano dinâmico de justificar a convicção pessoal para a "verdade"	Nonaka e Takeuchi (1997)

Spek and Spijkervet *apud* Beckman (1999) definem conhecimento como todo um conjunto de *insights*, experiência, e procedimentos que são considerados corretos e verdadeiros e que por esta razão guiam os pensamentos, comportamentos e comunicação das pessoas.

Pode se caracterizar o conhecimento também como algo pessoal. Davenport e Prusak (1998) descrevem, que o conhecimento existe dentro das pessoas, faz parte da complexidade e imprevisibilidade humanas.

Polanyi *apud* Sveiby (1998) vê o conhecimento como algo pessoal, isto é, formado dentro de um contexto social e individual, ou seja, não é propriedade de uma organização ou de uma coletividade.

Para Sveiby (1998) a associação de conhecimentos é uma habilidade pessoal inalienável e intransferível; cada pessoa deve construí-la individualmente.

Neste contexto, Blaine *apud* Ferreira (2003) define o conhecimento como o entendimento adquirido através da experiência pessoal ou do estudo de informações factuais. Onde, nas palavras de Sveiby (1998) a experiência é adquirida principalmente pela reflexão sobre erros e sucessos passados.

Para Davenport e Prusak (1998) um dos principais benefícios da experiência é que ela proporciona uma perspectiva histórica a partir da qual olhar e entender novas situações e eventos. O conhecimento nascido da experiência reconhece padrões que são familiares e pode fazer inter-relações entre aquilo que está acontecendo agora e aquilo que antes aconteceu.

Assim, pode-se dizer que o conhecimento é sustentado por normas práticas ou regras. Sveiby (1998) descreve que com o tempo, criam-se no cérebro inúmeros padrões que agem como regras inconscientes de procedimentos para lidar com todo tipo de situação concebível. Essas regras permitem agir com rapidez e eficácia sem ter que parar para pensar no que se está fazendo.

Para Davenport e Prusak (1998) os especialistas enxergam padrões conhecidos em situações novas e podem responder de forma apropriada. Eles não precisam construir uma resposta a partir do zero a cada situação. Assim, os autores afirmam que o conhecimento oferece velocidade; ele permite aos seus possuidores lidar rapidamente com as situações, mesmo aquelas altamente complexas que deixariam os novatos atoleimados

Porém, Sveiby (1998) descreve que embora úteis, as regras de procedimento são também limitadoras, porque filtram os conhecimentos novos, pois o conhecimento prático está baseado em regras que não mudam com facilidade. As regras sustentam o processo do saber, mas também o restringem. Elas permitem agir com rapidez, mas também tendem a permitir que se tome as coisas por certo.

Por fim, conforme as palavras de Davenport (1998) “Não é fácil distinguir, na prática, dados, informação e conhecimento. No máximo, pode-se elaborar um processo que inclua os três”. Assim, a Tabela 2.11 descreve as principais diferenças entre dados, informação e conhecimento.

Tabela 2.11 - Dados, informação e conhecimento.

Dados	Informação	Conhecimento
Simple observação sobre o estado do mundo	Dados dotados de relevância e propósito	Informação valiosa da mente humana. Inclui reflexão, síntese, contexto.
• Facilmente estruturado	• Requer unidade de análise	• De difícil estruturação
• Facilmente obtido por máquinas	• Exige consenso em relação ao significado	• De difícil captura em máquinas
• Frequentemente quantificado	• Exige necessariamente a mediação humana	• Frequentemente tácito
• Facilmente transferível		• De difícil transferência

Fonte: Adaptado de DAVENPORT (1998).

### 2.6.2 - Tipos de conhecimento.

De acordo com Nonaka e Takeuchi (1997), baseados na distinção estabelecida por Polanyi, o conhecimento humano pode ser classificado em dois tipos: o explícito e o tácito. O conhecimento tácito ou implícito, segundo Polanyi *apud* Ferreira (2003) é altamente pessoal e difícil de formalizar, o que dificulta a sua transmissão e o seu compartilhamento. Está profundamente enraizado nas ações e experiência dos indivíduos, bem como nas suas emoções, valores ou ideais.

O conhecimento explícito, ou codificado, de acordo com Ferreira (2003), refere-se àqueles conhecimentos que podem ser transmitidos através de uma linguagem formal e sistemática. De acordo com Nonaka e Takeuchi (1997) são os conhecimentos estruturados e capazes de serem verbalizados, ou seja, o conhecimento é visto como sinônimo de um código de computador, uma fórmula química ou um conjunto de regras gerais.

Para Carvalho (2000) a diferença entre o conhecimento tácito e o explícito é que o tácito possui uma natureza subjetiva e intuitiva que dificulta a identificação, o mapeamento, o processamento ou a transmissão do conhecimento adquirido por qualquer método sistemático ou lógico, enquanto que o conhecimento explícito pode ser facilmente identificado, mapeado, “processado” por um computador, transmitido eletronicamente ou armazenado em bancos de dados.

Para Silva e Zabet (2002) e Nonaka e Takeuchi (1997) o conhecimento tácito é considerado mais importante que o explícito, é o conhecimento pessoal incorporado à experiência individual, que envolve fatores intangíveis, como crenças pessoais, perspectivas, sistemas de valor e experiências individuais. Nonaka e Takeuchi (1997) descrevem que o conhecimento tácito pode ser segmentado em duas dimensões: a dimensão técnica, que abrange as capacidades ou habilidades adquiridas pelo *know-how*, e

a dimensão cognativa, que consiste em “esquemas, modelos mentais, crenças e percepções tão arraigadas que tomamos como certos”.

Sveiby (1998) descreve que como sempre se sabe mais do que se expressa, o resultado é que o que foi articulado e formalizado é menos do que aquilo que se sabe de modo tácito. Assim, o conhecimento explícito na forma de fatos é, portanto metaforicamente falando, apenas a ponta do iceberg. A linguagem por si só não é suficiente para tornar o conhecimento explícito.

### 2.6.3 - Criação e conversões do conhecimento.

Para que possa ser compartilhado dentro da organização, o conhecimento tácito deve ser convertido em explícito, e vice-versa. Durante essa conversão é que o conhecimento organizacional é criado.

Assim, Nonaka e Takeuchi (1997) sugerem quatro padrões de conversões básicas para a criação de conhecimento na organização, conforme ilustra a figura 2.12.

- **Socialização:** de conhecimento tácito para conhecimento tácito. É a criação de mais conhecimento tácito, ou seja, é um processo de compartilhamento de experiências, como por exemplo, trabalho do tipo “mestre-aprendiz”, observação e imitação.
- **Externalização:** de conhecimento tácito para conhecimento explícito. O conhecimento tácito pode ser convertido em conhecimento explícito através de relatos orais ou visuais, via metáforas, analogias, modelos, textos, imagens, figuras, regras, etc.
- **Combinação:** de conhecimento explícito para conhecimento explícito. É um processo de sistematização de conceitos em um sistema de conhecimento. Ocorre através de reuniões, documentos, etc. Um exemplo é a forma de conversão de conhecimento que acontece em instituições de educação.
- **Internalização:** de conhecimento explícito para conhecimento tácito. Esta diretamente relacionada ao aprendizado pela prática. Para ocorra a internalização é necessário verbalizar e documentar.

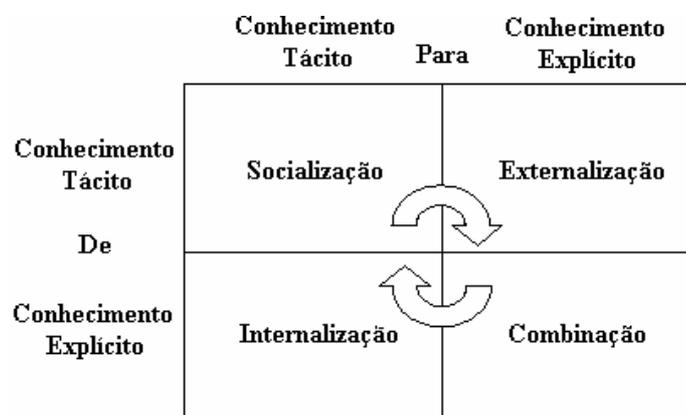


Figura 2.12 - Modos de conversão do conhecimento (NONAKA e TAKEUCHI, 1997).

### 2.6.4 - Conhecimento organizacional

Além da dimensão epistemológica (conhecimento tácito e explícito), o modelo da espiral de criação do conhecimento de Nonaka e Takeuchi (1997) envolve, também, a dimensão ontológica (indivíduo e organização), onde vários processos de conversão entre conhecimento tácito e explícito ocorrem num ciclo ascendente de comunidades de interação, do indivíduo até pontos de contato da organização com o ambiente. E, nesse processo, o indivíduo assumiria o papel de criador, o grupo, de sintetizador e a organização, de amplificadora do conhecimento (figura 2.13).

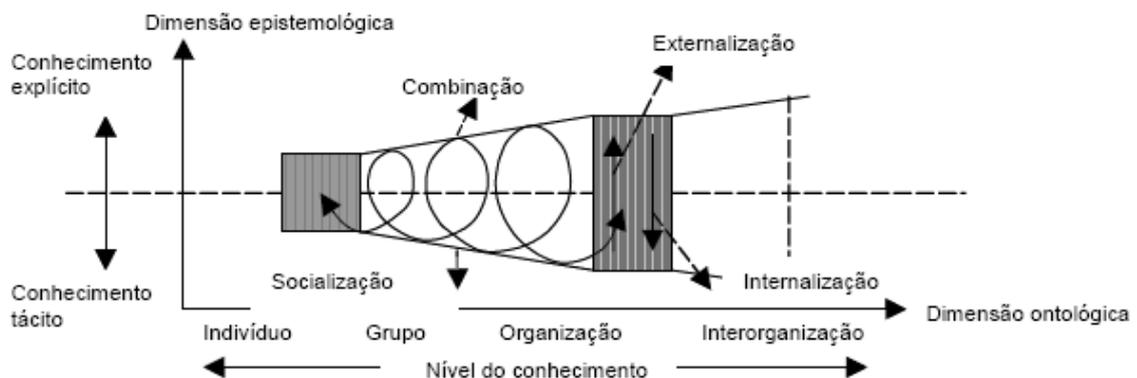


Figura 2.13 - Espiral da criação do conhecimento (NONAKA e TAKEUCHI, 1997).

Segundo Nonaka e Takeuchi (1997) uma organização não pode criar conhecimento sem indivíduos. Assim, a criação do conhecimento organizacional deve ser entendida como um processo que amplia “organizacionalmente” o conhecimento criado pelos indivíduos, cristalizando-os como parte da rede de conhecimentos da organização.

Para Probst et al (2002) o conhecimento coletivo, que é mais do que a soma do conhecimento individual, é particularmente importante para a sobrevivência das organizações a longo prazo.

Neste contexto, Silva e Zabet (2002) descrevem que a criação do conhecimento é definida como a capacidade que uma empresa tem de criar conhecimento, disseminá-lo na organização e incorporá-lo a produtos, serviços e sistemas.

### 2.6.5 - Gestão do conhecimento

A gestão do conhecimento é uma forma de tornar o ambiente favorável para que a organização identifique suas competências, encontre os conhecimentos que ela possui, aprenda o que precisa, compartilhe e use estes conhecimentos (PERROTI, 2004).

Costa e Gouvinhas (2003) descrevem que nas organizações o conhecimento encontra-se não apenas nos documentos, bases de dados e sistemas de informações, mas também nos processos de negócio, nas práticas dos grupos e na experiência acumulada pelas pessoas. Um melhor conhecimento pode levar a melhores decisões em *marketing*, vendas, produção,

distribuição, e assim por diante. Assim as empresas passaram a se preocupar com a gestão do seu conhecimento.

Segundo Dorini e Toni (2003) a gestão do conhecimento é uma disciplina que promove uma abordagem integrada para identificar, capturar, avaliar, recuperar e compartilhar todo ativo de informação possuído pela empresa, sendo que este pode incluir bases de dados, documentos, políticas e procedimentos, assim como em pessoas, através de suas habilidades e experiências.

O conceito de gestão do conhecimento de acordo com E-Consulting Corp (2004), parte da premissa de que todo o conhecimento existente na empresa, na cabeça das pessoas, nas veias dos processos e no coração dos departamentos, pertencem também à organização. Em contrapartida, todos os colaboradores que contribuem para esse sistema podem usufruir de todo o conhecimento presente na organização.

Salim (2007) descreve que a gestão do conhecimento é um processo sistemático, articulado e intencional, apoiado na geração, codificação, disseminação e apropriação de conhecimentos, com o propósito de atingir a excelência organizacional.

#### **2.6.6 - Modelos de gestão do conhecimento**

Para que o conhecimento possa ser transformado em um valioso recurso para a empresa, é necessário que os conhecimentos, as experiências e as especialidades da organização sejam formalizados, distribuídos, compartilhados e aplicados (BECKMAN, 1999).

Na literatura encontram-se vários modelos para o processo de GC, desde os mais simples aos mais elaborados, como o apresentado por Beckman (1999), que se compõe dos oito estágios, descritos a seguir:

1. **Identificar.** Determinar as competências essenciais, as estratégias de suprimento e os domínios de conhecimento.
2. **Capturar.** Formalizar o conhecimento existente.
3. **Selecionar.** Avaliar a relevância, o valor e a exatidão do conhecimento. Conciliar os conhecimentos conflitantes.
4. **Armazenar.** Representar a memória corporativa em repositórios de conhecimento com variados esquemas de conhecimento.
5. **Compartilhar.** Distribuir automaticamente o conhecimento para os usuários, com base nos seus interesses e trabalhos. Colaborar com o trabalho com o conhecimento, através das equipes virtuais.
6. **Aplicar.** Recuperar e usar o conhecimento para tomar decisões, resolver problemas, automatizar ou suportar o trabalho, auxiliar as tarefas e treinar o pessoal.

7. **Criar.** Descobrir novo conhecimento através da pesquisa, da experimentação e do pensamento criativo.

8. **Vender.** Desenvolver e comercializar novos produtos e serviços baseados no conhecimento.

Na Tabela 2.12 são apresentados modelos apresentados por outros autores. O modelo amalgamado integra os conceitos fundamentais e as condições dos quatro modelos anteriores.

Observa-se que na primeira fase os modelos iniciam com “criar” ou “gerar” o conhecimento, apenas o modelo proposto por Nissen et al. (2000) inicia com a captura do conhecimento, que é uma atividade apresentada na terceira fase do modelo proposto por Gartner Groups. A segunda fase refere-se a organização ou mapeamento. Na fase seguinte o conhecimento é formalizado e armazenado. Na quarta fase ocorre a disseminação ou o compartilhamento do conhecimento e finalmente o conhecimento é aplicado.

Tabela 2.12 - Comparação dos modelos de Gestão do Conhecimento

<b>Modelo</b>	<b>Fase 1</b>	<b>Fase 2</b>	<b>Fase 3</b>	<b>Fase 4</b>	<b>Fase 5</b>	<b>Fase 6</b>
Nissen	Capturar	Organizar	Formalizar	Disseminar	Aplicar	
Despres e Chauvel	Criar	Mapear	Armazenar	Compartilhar/ Transferir	Reusar	Evoluir
Gartner Group	Criar	Organizar	Capturar	Acessar	Usar	
Davenport e Prusak	Gerar		Codificar	Transferir		
Amalgamated	Criar	Organizar	Formalizar	Disseminar	Aplicar	Evoluir

Fonte: Adaptado de: NISSEN M. et al.(2000)

Para a criação do conhecimento organizacional Nonaka e Takeuchi (1997) propõe um modelo integrado de cinco fases, conforme apresentado na figura 2.14.

Segundo os autores o processo de criação do conhecimento organizacional inicia com o compartilhamento do conhecimento tácito, que corresponde aproximadamente à socialização, pois, inicialmente, o conhecimento rico e inexplorado que habita os indivíduos precisa ser amplificado dentro da organização.

Na segunda fase, o conhecimento tácito compartilhado é convertido em conhecimento explícito na forma de um novo conceito, um processo semelhante a externalização.

O conceito criado precisa ser justificado na terceira fase, na qual a organização determina se vale realmente a pena perseguir o novo conceito.

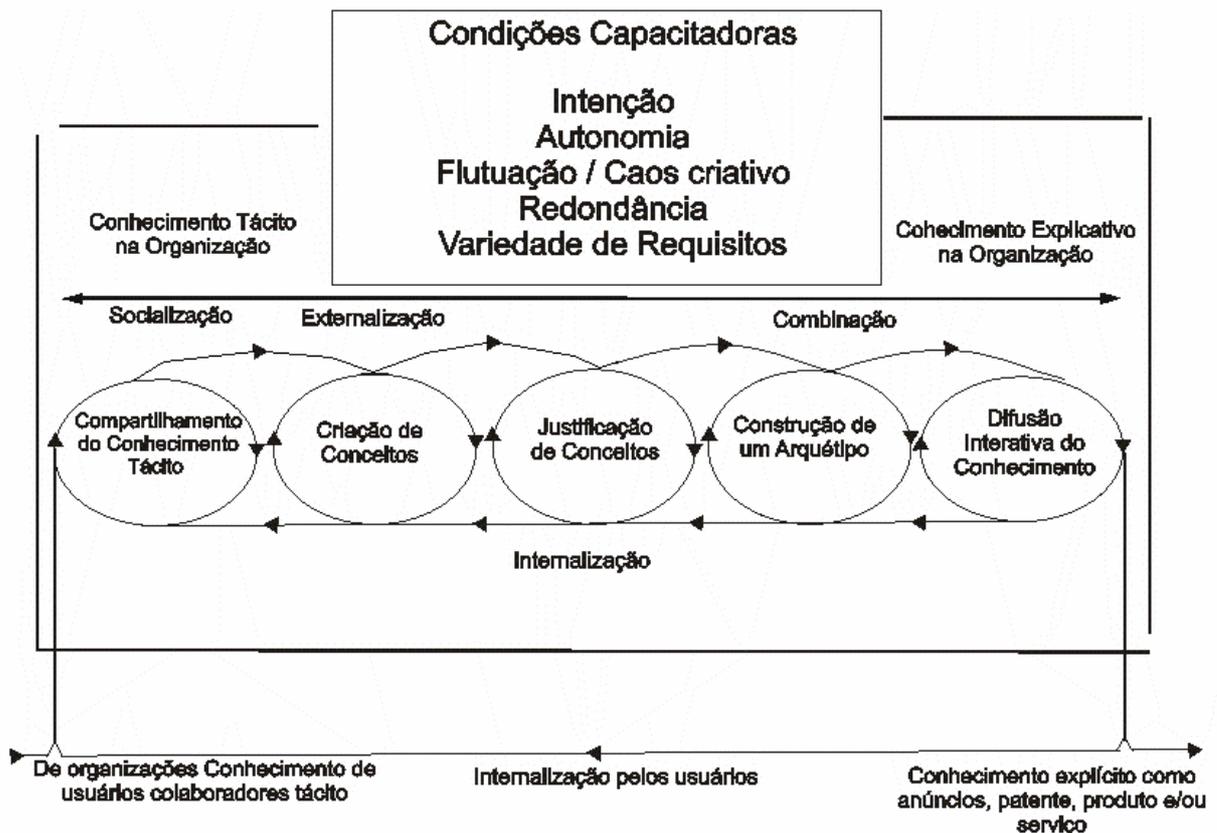


Figura 2.14 - Modelo de cinco fases do processo de criação do conhecimento (adaptado de NONAKA; TAKEUCHI, 1997).

Na quarta fase, o conceito justificado é transformado em algo tangível ou concreto, ou seja, em arquétipo, que pode assumir a forma de um protótipo ou um mecanismo operacional. A última fase amplia o conhecimento criado.

Davenport e Prusak (1998) consideram cinco modos de se gerar o conhecimento: aquisição, recursos dedicados, fusão, adaptação e redes.

**Aquisição:** Segundo os autores, a maneira mais direta e, geralmente, a mais eficaz de se adquirir conhecimento é a compra – isto é, adquirir uma organização ou contratar indivíduos que o possuam. Probst et al (2002) descrevem que as empresas podem procurar, no mercado de trabalho as pessoas com as habilidades certas - habilidades que a empresa não poderia desenvolver através de seus próprios esforços. Podem recrutar especialistas, consultores ou equipes inteiras para preencher lacunas de conhecimento interno.

**Recursos dedicados:** Uma forma costumeira de se gerar o conhecimento numa organização é formar unidades ou grupos para essa determinada finalidade. Departamentos de pesquisa e desenvolvimento são o exemplo-padrão. Seu objetivo é fazer surgir conhecimento novo – novas formas de se fazerem as coisas (DAVENPORT; PRUSAK, 1998).

**Fusão:** A geração do conhecimento através da fusão reúne pessoas com diferentes perspectivas para trabalhar num problema ou projeto, obrigando-as a chegar a uma resposta conjunta (DAVENPORT; PRUSAK, 1998).

**Adaptação:** Para buscar a contínua inovação, algumas empresas tentam instilar uma sensação de crise antes que ela exista. Elas abalam suas organizações, criando obstáculos que a empresa precisa superar e atuam como catalisadores de geração do conhecimento. “Adaptação ou morte” é o seu destino, e, portanto eles se adaptam e evoluem (DAVENPORT; PRUSAK, 1998).

**Redes:** O conhecimento é gerado também pelas redes informais e auto-organizadas, as quais podem tornar-se mais formalizadas com o tempo. Comunidades de possuidores do conhecimento acabam se aglutinando motivados por interesses comuns, e em geral conversam pessoalmente, por telefone e pelo correio eletrônico e *groupware* para compartilhar o conhecimento e resolver problemas em conjunto (DAVENPORT; PRUSAK, 1998).

Como a criação do conhecimento envolve a descoberta e o desenvolvimento de conhecimento novo, Nissen (2002) descreve que a captura de conhecimento só requer que o conhecimento seja novo para um indivíduo particular ou organização.

Probst et al (2002) descreve que ninguém pode saber tudo – mas se deve saber onde encontrar tudo o que se precisa. Segundo os autores, para se ter êxito competitivamente, as empresas precisam saber quem são os especialistas em assuntos importantes, tanto dentro da organização quanto fora dela.

Neste contexto Nissen (1999) descreve que a captura do conhecimento representa, por exemplo, a aquisição e representação do conhecimento, muito empregada para identificar e extrair o conhecimento de suas fontes.

Nas organizações a codificação converte o conhecimento para formatos acessíveis e aplicáveis. Para Davenport e Prusak (1998) o objetivo da codificação é apresentar o conhecimento numa forma que o torne acessível àqueles que precisam dele. Segundo os autores, a principal dificuldade encontrada no trabalho de codificação é a questão de como codificar o conhecimento sem perder suas propriedades distintivas e sem transformá-lo em informações ou dados menos vibrantes. O conhecimento tácito e complexo, desenvolvido e interiorizado pelo conhecedor no decorrer de um longo período de tempo, é quase impossível de reproduzir num documento ou banco de dados.

É por isso que o processo de codificação do mais substancial conhecimento tácito existente nas organizações é geralmente limitado a localizar alguém que possua aquele conhecimento, encaminhar o interessado para aquela pessoa e incentivar ambos a interagir (DAVENPORT; PRUSAK, 1998).

O mapeamento das fontes do conhecimento corporativo é uma parte importante do processo de codificação.

O desenvolvimento de um mapa do conhecimento envolve localizar conhecimentos importantes dentro da organização e depois publicar algum tipo de lista ou quadro que mostre onde encontrá-los. Mapas do conhecimento apontam tipicamente para pessoas e também para documentos e banco de dados (DAVENPORT; PRUSAK,1998).

A principal finalidade e o mais evidente benefício de um mapa do conhecimento é mostrar para as pessoas de dentro da empresa para onde ir quando necessitarem do conhecimento.

Para Probst et al (2002) os mapas de conhecimento mostram quais pessoas em uma equipe, organização ou no ambiente externo podem contribuir com conhecimento importante para tarefas específicas.

Para Davenport e Prusak (1998) o conhecimento é transferido nas organizações, quer gerenciamos ou não esse processo. Quando um funcionário pergunta a um colega da sala ao lado como ele poderia elaborar um orçamento que lhe foi pedido, ele está solicitando uma transferência do conhecimento.

A transferência espontânea e não estruturada do conhecimento é vital para o sucesso de uma empresa. Embora o termo gestão do conhecimento implique a transferência formalizada, um de seus elementos essenciais é o desenvolvimento de estratégias específicas para incentivar essas trocas espontâneas.

As conversas que acontecem no bebedouro ou no restaurante da empresa costumam ser ocasiões para a transferência do conhecimento.

Davenport e Prusak (1998) defendem fortemente a transferência do conhecimento através de reuniões face a face e de narrativas, além das formas mais estruturadas.

O conhecimento mais ou menos explícito pode ser embutido em procedimentos ou representado em documentos e bancos de dados, e transferido com razoável acurácia. A transferência do conhecimento tácito geralmente exige intenso contato pessoal.

A transferência do conhecimento envolve duas ações: transmissão (envio ou apresentação do conhecimento a um receptor potencial) e absorção por aquela pessoa ou grupo. Se o conhecimento não for absorvido, ele não terá sido transferido. A mera disponibilização do conhecimento não é transferência. Mesmo a transmissão e absorção juntas não têm valor útil se o novo conhecimento não levar a alguma mudança de comportamento ou ao desenvolvimento de alguma idéia nova que leve a um novo comportamento. É bastante comum pessoas entenderem e absorverem conhecimento novo mas não colocá-lo em uso por uma variedade de razões (DAVENPORT; PRUSAK,1998).

Probst et al (2002) descrevem que uma das tarefas mais difíceis na gestão do conhecimento é distribuir conhecimento para as pessoas certas, ou disponibilizar o conhecimento organizacional no instante em que é necessário.

É vital que o conhecimento seja compartilhado e distribuído dentro de uma organização para que informações ou experiência isoladas possam ser usadas por toda a empresa.

O sucesso de um projeto ou de uma equipe está estreitamente relacionado com a eficiência do compartilhamento de conhecimento no grupo.

Se o conhecimento fosse distribuído eficientemente, os erros não seriam repetidos, a organização aprenderia e economizaria os custos de cometer os mesmos erros mais duas ou três vezes. Tudo isso poderia ser conseguido em grande escala registrando-se sistematicamente as lições aprendidas e distribuindo-as para as pessoas certas. A distribuição de conhecimento não consiste apenas em compartilhar receitas para o sucesso; significa também repassar o conhecimento sobre como evitar erros.

Probst et al (2002) descreve também que uma das funções da gestão do conhecimento é garantir que a empresa use seu know-how. O conhecimento não tem valor se não for aplicado.

A tecnologia, nesse contexto, contribui fundamentalmente para a alavancagem dos processos de conversão do conhecimento como a socialização, externalização, combinação e internalização e possibilita a gestão do conhecimento nos aspectos da criação, organização, armazenamento e disseminação do conhecimento (ANGELONI, 2003).

Considerando que a tecnologia é definida dentro deste contexto como os recursos de hardware e software que apóiam a tomada de decisão e o gerenciamento de informações e conhecimento, considerando os indivíduos que participam ativamente desses processos.

As organizações necessitam utilizar esses recursos tecnológicos para gerenciar seu conhecimento acumulado e em desenvolvimento. O mercado oferece uma multiplicidade de tecnologias, a Tabela 2.13 apresenta as principais tecnologias de suporte a engenharia do conhecimento.

Com relação aos modelos de gestão do conhecimento apresentados na Tabela 2.12 Nissen et al. (2000) descreve que o modelo proposto por Amalgamated é o mais completo e referenciado, tendo como base este modelo a Tabela 2.13 apresenta alguns sistemas e práticas que podem ser utilizados para auxiliar cada fase da gestão do conhecimento.

Na primeira fase Nissen et al (2000) descreve que a criação do conhecimento apresenta maior dificuldade e incerteza do que a sua captura. Para incentivar a criação do conhecimento empregam-se práticas empresariais como a pesquisa e desenvolvimento, o benchmarking e o desenvolvimento de inteligência competitiva. Os sistemas computacionais como a mineração de dados (data mining) e os de inteligência artificial (IA) auxiliam na captura do conhecimento.

Na segunda fase citam-se sistemas que mapeiam o conhecimento, as redes semânticas de conhecimento e os sistemas baseados em conhecimento (knowledge based systems) – KBS.

Para formalizar o conhecimento apresentam-se o armazém de dados (data warehouse) e os relatórios formais.

Tabela 2.13 - Sistemas e práticas que dão suporte à Gestão do Conhecimento

<b>Criar/Capturar</b>	<b>Organizar</b>	<b>Formalizar</b>	<b>Disseminar</b>	<b>Aplicar</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mineração de dados (Data mining)</li> <li>• Princípios de Inteligência Artificial</li> <li>• Pesquisa e Desenvolvimento</li> <li>• Benchmarking</li> <li>• Inteligência competitiva do negócio</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mapa do conhecimento (Knowledge map)</li> <li>• Rede semântica (Semantic network)</li> <li>• Sistemas baseados em conhecimento (Knowledge based system)- KBS</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Data warehouse</li> <li>• Relatórios formais</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Melhores práticas</li> <li>• Lições aprendidas</li> <li>• Páginas amarelas</li> <li>• Publicações Web</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reengenharia de PNs</li> </ul>

Fonte: Adaptado de: NISSEN M. et al. (2000).

Na disseminação do conhecimento a nível de grupo citam-se grupos de discussão, comunidades de prática, workshops, teleconferências, e-mail e a nível individual como o gerenciamento de documentos, os sistemas baseados em conhecimento entre outros.

Para concluir, na fase de aplicação propõe-se a reengenharia de processos de negócios (Business Process Reengineering) – BPR que recomenda uma mudança radical dos principais processos empresariais para alcançar melhorias nos custos, qualidade, atendimento e velocidade.

## 2.7 - Considerações finais

Conforme exposto anteriormente, um modelo que auxilie no processo de projeto de moldes deverá apresentar uma maneira de capturar, armazenar e reutilizar informações e conhecimentos (soluções e interações de projeto).

A gestão do conhecimento é uma forma de promover o processo descrito acima, e também de que tais informações e conhecimentos se transformem em um importante recurso para a organização. Assim, todo o conhecimento que existe na empresa (processos, planejamento, etc.), como também todo o conhecimento que os profissionais envolvidos com o projeto de moldes possuem, pertencem a organização. Como consequência todos os colaboradores podem usufruir de todo o conhecimento presente na empresa.

Li et al *apud* Luciano (2005) salientam a necessidade de desenvolvimento de sistemas que sejam capazes de capturar o conhecimento de projeto e os casos passados, justificando essa necessidade devido a dois aspectos. O primeiro refere-se ao fato de que os projetistas gastam 25% do seu tempo buscando e obtendo informações, e o segundo trata do fato de

que a experiência e o contato - conhecimento tácito - com outras pessoas representam o recurso dominante (78%) da informação.

Neste contexto, para auxiliar o projetista a desenvolver o projeto de moldes de injeção e auxiliar a empresa a construir a sua memória coletiva, um modelo de gestão do conhecimento deverá capturar não apenas as soluções e as interações de projeto, mas também o motivo que levou o projetista a escolher determinado conjunto de soluções para o molde projetado, armazenar essas informações e conhecimentos capturados e transferi-los a fim de torná-los acessíveis para todos da empresa e empregá-los em novos projetos.

Entretanto, para propor este modelo é necessário compreender o ciclo de desenvolvimento de um molde de injeção, os fatores que influenciam no seu processo de projeto e caracterizar os conhecimentos que envolvem esse processo. O próximo capítulo irá tratar a respeito disto.

## **CAPÍTULO 3**

### **CARACTERIZAÇÃO DO PROJETO DE MOLDES DE INJEÇÃO**

#### **3.1 - Introdução**

O bom desempenho de um molde de injeção está diretamente associado ao cuidado com que seu projeto foi desenvolvido (HARADA, 2006), pois, exerce grande influência sobre as características, qualidade e propriedades dos produtos moldados, e sobre os custos do processo de produção.

Este capítulo tem por objetivo caracterizar os conhecimentos envolvidos no processo de projeto de moldes de injeção.

O capítulo se inicia com a apresentação do ciclo de desenvolvimento de um molde de injeção, seguido pelo levantamento do panorama da situação da gestão do conhecimento no processo de desenvolvimento do projeto de moldes de injeção, considerando a realidade das empresas instaladas na região de Joinville.

Este levantamento foi realizado através de questionários estruturados compostos por três seções. Na primeira seção procurou-se caracterizar o perfil do respondente e da empresa.

O objetivo da segunda seção foi identificar o ambiente de concepção do molde de injeção, bem como caracterizar o processo de gestão organizacional desta área. A terceira seção identificou as principais práticas no processo de desenvolvimento do projeto de injeção (as fases e as informações necessárias para se projetar um molde).

Para alcançar o objetivo proposto inicialmente, o processo de projeto de moldes de injeção, foi dividido em três fases (informacional, conceitual e detalhado). Cada fase foi dividida em atividades e cada atividade dividida em tarefas.

Estas divisões foram baseadas na revisão bibliográfica realizada no capítulo 2 e na pesquisa sobre a gestão do conhecimento no processo de desenvolvimento do projeto de moldes de injeção.

O capítulo termina com a apresentação dos conhecimentos envolvidos em cada fase do projeto do molde.

#### **3.2 - Ciclo de desenvolvimento de um molde de injeção**

A figura 3.1 ilustra o ciclo de desenvolvimento de um molde de injeção para produtos termoplásticos, dentro de uma ferramentaria. Considerando um molde médio (3 toneladas), com duração de 90 dias para ser entregue.

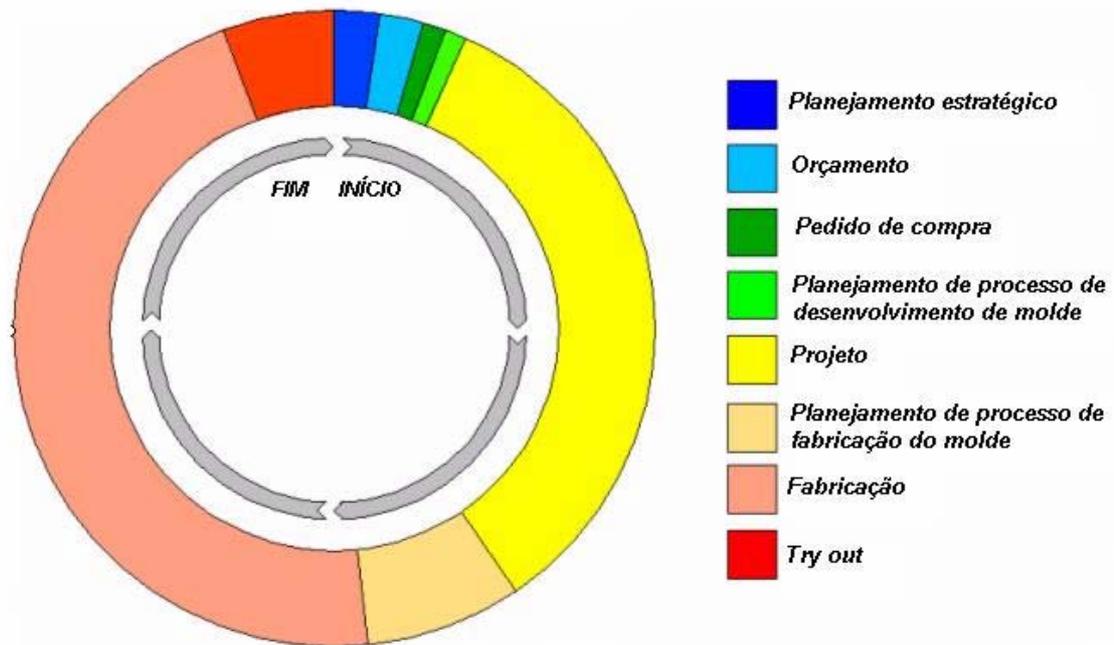


Figura 3.1 – Ciclo de desenvolvimento de um molde de injeção.

Como o setor de moldes está em constante turbulência, pois é influenciado no seu desempenho por fatores internos e externos (GOMES; VALLEJOS, 2005). Como fatores externos, citam-se: a incessante pressão de tempo e custo, bem como os padrões de alta qualidade (que são impostos pelos clientes e a concorrência acirrada), os novos desenvolvimentos tecnológicos e a baixa qualificação de mão-de-obra. Como fatores internos que influenciam o desempenho das empresas, destacam-se: o sistema complexo de produção de uma peça única a ser fabricada e as ferramentas para auxiliar na fabricação de um espectro amplo de itens e produtos (influenciados por um percentual elevado de ordens de alteração, reparação e reposição). É necessário, que as ferramentarias iniciem seu ciclo de desenvolvimento com um **planejamento estratégico** da organização, a fim de terem a disposição uma série de dados e informações que permitirão antecipar dificuldades ou oportunidades para tomar decisões adequadas no tempo certo (DOMANSKI, 2006).

Segundo Rozenfeld et al. (2006) o processo de planejamento estratégico, é um processo gerencial, isto é, seu resultado final não agrega valor diretamente ao cliente. Ele obtém informações que orientam os demais processos de negócio da empresa. Assim para os autores desenvolver uma estratégia para uma organização é responder a um conjunto de questões: “Onde estamos?”, “Pra onde vamos?”, “Como chegaremos lá?”, “Temos capacidade para realizar isso?” e “Como saberemos se estamos chegando lá?”.

Em uma ferramentaria na medida em que o número de pedidos aumenta, é difícil manter sob controle a fabricação simultânea de uma série de itens diferentes projetados, contando com um número limitado de recursos tecnológicos, humanos e muitas vezes até

financeiro. A este fato se soma a natural dificuldade de antever os detalhes e imprevistos envolvidos nos processos de fabricação de um molde (SILVEIRA; RISCHIOTO, 2005). Assim, a visão estratégica permite superar estas dificuldades, planejando as atividades a serem executadas.

Após a realização do planejamento estratégico, o processo de desenvolvimento de projeto de um molde de injeção inicia no momento em que o cliente (empresa) está desenvolvendo um novo produto e entra em contato com o responsável comercial da ferramentaria para realizar a cotação de preço para fabricar este novo produto, passando todas as informações para o molde ser orçado.

O **orçamento** é realizado no mesmo setor comercial e enviado ao cliente ou o setor comercial encaminha o pedido à engenharia para realizar o orçamento, que retorna para o setor comercial com os valores, que repassa ao cliente (SACCHELLI, 2007).

De acordo com Sacchelli (2007) o orçamento do molde é realizado por meio do preenchimento de um formulário específico, baseado na análise do modelo geométrico do produto injetado e realiza-se uma previsão de horas para construção do molde (horas de projeto, máquina, montagem, try out), previsão de gastos com matéria-prima, margem de erros e possíveis alterações, transporte do molde para o cliente.

Concluído o orçamento do molde, este é avaliado por outra pessoa da ferramentaria (geralmente é o gerente) em seguida, o orçamento é enviado ao cliente. Dependendo da resposta do cliente com relação ao orçamento estabelecido, as possibilidades são: o cliente aceita o orçamento conforme especificado, solicita propostas alternativas ou rejeita o orçamento (SACCHELLI, 2007).

Se o cliente aceitar o orçamento é realizado o **pedido de compra** e segue a próxima etapa no ciclo de desenvolvimento de um molde de injeção que é o **planejamento do processo de desenvolvimento do molde**, ou seja, um planejamento das atividades a serem executadas envolvendo as seguintes atividades:

- a) **Detalhamento das atividades para a execução do desenvolvimento do molde**: devendo constar todas as etapas, desde o desenho, passando pelo projeto, compra e preparação de material, confecção das cavidades, tratamentos térmicos, testes, ajustes e acabamentos finais.
- b) **Cronograma**: se definirá uma programação de datas de início e fim das atividades definidas na etapa anterior.
- c) **Riscos**: identificar os riscos que poderão afetar o desenvolvimento do molde e documentar as características desses riscos, como também desenvolver ações que venham a realçar as oportunidades e reduzir as ameaças aos objetivos do projeto, por exemplo, realizar ações corretivas, solicitações de alterações no projeto, entre outros.

d) Plano de comunicação: definir as ações necessárias para que ocorra adequadamente a geração, coleta, disseminação, armazenamento e descarte das informações que envolvem um projeto de molde.

f) Planejar e preparar as aquisições: envolve planejar o que será necessário adquirir externamente para a realização do desenvolvimento do molde e sua posterior produção, principalmente em fornecedores ou outros parceiros.

A próxima etapa é o **Projeto do Molde**, que é o foco deste trabalho. O projeto é uma das atividades mais importantes para o desenvolvimento de uma ferramenta, pois é onde se elabora todo o projeto do molde.

No início do processo de projeto de um molde de injeção é necessário que algumas informações estejam definidas, como informações relacionadas ao produto, ao material plástico e a máquina injetora que será utilizada. A Tabela 3.1 apresenta as informações avaliadas pelos projetistas entrevistados para iniciar o processo de projeto do molde.

Tabela 3.1 – Parâmetros necessários para projetar um molde de injeção.

Componente	Forma geométrica Utilização Produção prevista Acabamento posterior a moldagem Peso
Material Polimérico	Tipo Contração Características de moldagem Pressão específica de moldagem
Máquina Injetora	Vão livre entre colunas Capacidade de injeção Superfície injetável Altura mínima e máxima do molde Curso de abertura da máquina Manipulador para tirar a peça Força de fechamento Furo de centragem Sistema de fixação do molde Sistema de resfriamento Sistema de extração

Harada (2006) também destaca que é muito importante que o projetista conheça profundamente os processos de fabricação do molde e os equipamentos disponíveis na ferramentaria a fim de obter um melhor aproveitamento do parque fabril, permitindo desta

forma a redução do custo de fabricação, pois minimizará a aquisição de componentes de terceiros.

Dentro da pesquisa realizada, os projetistas de moldes de injeção das empresas entrevistadas enumeraram por ordem de importância quais são as fases que devem ser seguidas no desenvolvimento do projeto dos moldes de injeção, conforme mostrado na figura A.1 do Apêndice A. Assim como na literatura, para os projetistas também não existe um consenso das fases que devem ser seguidas no desenvolvimento do projeto dos moldes de injeção.

Com base nas informações obtidas nesta pesquisa, foi elaborada a figura 3.2 que apresenta as fases de desenvolvimento do molde de injeção. Onde as fases de projeto do sistema de alimentação, sistema mecânico, sistema de extração, sistema de refrigeração e sistema de guias e alinhamento são realizadas de maneira interativa e simultânea, pois conforme apresentado é difícil estabelecer uma ordem para o projeto do molde.

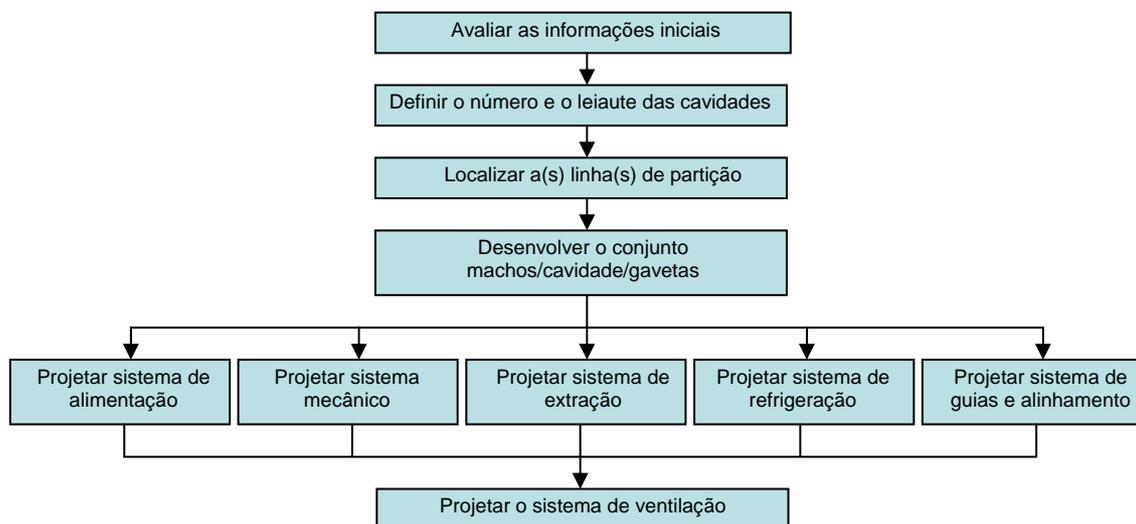


Figura 3.2 - Fases de desenvolvimento do molde de injeção.

Finalizado o projeto do molde, a montagem do molde é detalhada e é gerada uma lista de materiais para a construção da ferramenta, em seguida é realizado um planejamento mais detalhado das atividades de produção (**Planejamento do Processo de Fabricação do molde**), ou seja, nesta atividade se verifica qual o melhor processo de construção do molde para obter um menor tempo de produção, maior qualidade e melhor distribuição de serviços dentro da ferramentaria. São criadas ordens de serviços (OS) onde se é definido cada passo do projeto e da fabricação, verificando sua seqüência, precedência e as atividades que podem ser executadas paralelamente, aumentando ao máximo a produtividade e a agilidade na execução. Os resultados desta atividade serão OSs contendo informações pertinentes como: a atividade a ser feita, seus procedimentos, tempo para a sua realização, recursos

necessários (profissionais, máquinas e ferramentas) e documentos (modelos CAD, programas CAM e folhas de processo).

Nesta atividade também, são definidos os serviços que serão realizados por terceiros e relacionadas as matérias-primas, componentes e demais materiais que serão necessários para a manufatura. Estes materiais ou componentes poderão estar em estoques ou ser requisitados para compra. Também são encaminhadas para a programação, as peças modeladas em 3D pelo setor de projetos. A programação é responsável por executar os programas de peças com superfícies complexas, e encaminhar novamente para a atividade de planejamento do processo que irá encaminhar para a fabricação.

Na **fabricação** são usinados os componentes do molde, conforme a estratégia de usinagem elaborada pela fase de planejamento do processo. Com o término da usinagem dos componentes, as peças juntamente com os desenhos detalhados em 3D e 2D são encaminhados para a ajustagem e montagem do molde, deixando o pronto para o a fase de Try Out.

Na fase de **Try Out** o molde é testado pela primeira vez. Assim, o molde é colocado na máquina injetora acompanhado pelas pessoas responsáveis (ferramenteiro e projetistas), analisa-se o desempenho do molde (injeção, enchimento da peça, rebarbas e solda fria) dependendo do resultado o molde é reavaliado e ele poderá ser liberado para produzir o lote piloto ou poderá retornar a ferramentaria ou projeto para ajustes de retrabalho necessários.

Após aprovação do molde leva-se o produto para análise, como: o controle dimensional, montagem, etc. Se o produto estiver conforme o especificado pelo cliente o molde é entregue, caso contrário o molde retorna para ajustes até atender as especificações do cliente.

### **3.3 - Pesquisa sobre gestão do conhecimento no desenvolvimento de moldes de injeção**

A pesquisa de campo realizada teve por objetivo levantar um panorama da situação da Gestão do Conhecimento no processo de desenvolvimento do projeto de moldes de injeção, considerando a realidade das empresas instaladas na região de Joinville.

Este diagnóstico visou compreender as condições do ambiente organizacional e tecnológico que condicionam este processo e as práticas do projeto do mesmo.

O questionário estruturado e seus resultados encontram-se no Apêndice A deste trabalho.

#### **3.3.1 - Aspectos gerais das empresas pesquisadas**

Para esta pesquisa foram selecionadas 18 empresas que representam mais significativamente a produção de moldes na região da cidade de Joinville. Esta seleção

compõe-se de 16 ferramentarias e 2 escritórios de projeto. A Tabela 3.2 apresenta a distribuição por número de funcionários.

De acordo com a classificação do SEBRAE, que utiliza o conceito de pessoas ocupadas nas empresas, até 19 pessoas ocupadas, a empresa é classificada como microempresa. De 20 a 99 pessoas ocupadas, é considerada pequena empresa. Sendo assim das ferramentarias pesquisadas, 5 são consideradas microempresa e 13 são pequenas empresas.

Tabela 3.2 - Número de empresas por número de funcionários.

Nº de Funcionários	Nº de Empresas	%
Até 10	3	16,67
De 11 a 20	2	11,11
De 21 a 30	3	16,67
De 31 a 40	3	16,67
De 41 a 50	3	16,67
De 51 a 60	2	11,11
Acima de 60	2	11,11

O principal ramo de atuação destas empresas está ligado à área automobilística, conforme apresentado na figura 3.3. A média de moldes fabricados por ano é de 21 a 40 (35 % das ferramentarias), onde cerca de 96% desses moldes fabricados destinam-se ao mercado nacional, exportando apenas uma pequena parte da produção.

Estando apresentadas as características gerais das empresas, os próximos itens serão dedicados ao ambiente do processo de projeto de moldes de injeção.

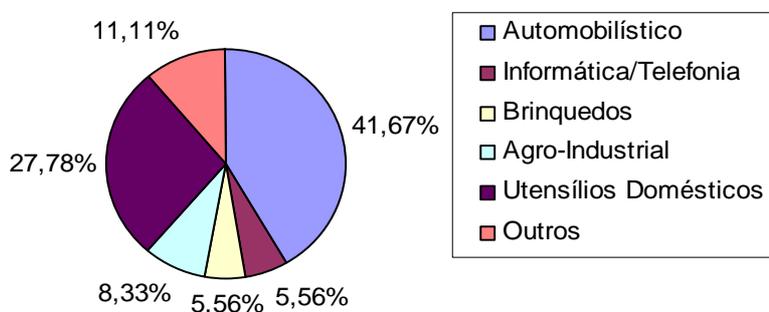


Figura 3.3 - Principal ramo de atuação das ferramentarias pesquisadas.

### 3.3.2 - Caracterização do ambiente de desenvolvimento de projeto de moldes

Com o objetivo de caracterizar o ambiente e identificar as principais práticas no processo de projeto de moldes de injeção procurou-se levantar os seguintes pontos:

a) Detectar qual o tempo de experiência e a formação do projetista - Para o bom funcionamento de uma ferramentaria, conta-se com funcionários que possuem habilidades e conhecimentos conquistados na base da experiência de vários anos de trabalho no setor (GOMES; VALLEJOS, 2005). Nas empresas pesquisadas constatou-se que a maioria dos profissionais, trabalham com projeto de moldes a mais de 10 anos, conforme apresentado na figura 3.4. Quanto à qualificação dos projetistas, considerada um elemento fundamental para o alcance de diferenciais de competitividade, essa ainda deixa a desejar, 56% dos entrevistados tem somente cursos técnicos. Ao contrário do que ocorre no primeiro mundo, ou seja, boa parte dos projetistas brasileiros não são engenheiros, reduzindo a capacidade de concepção e de adaptação às mudanças nas ferramentarias nacionais (GOMES et al., 2003).

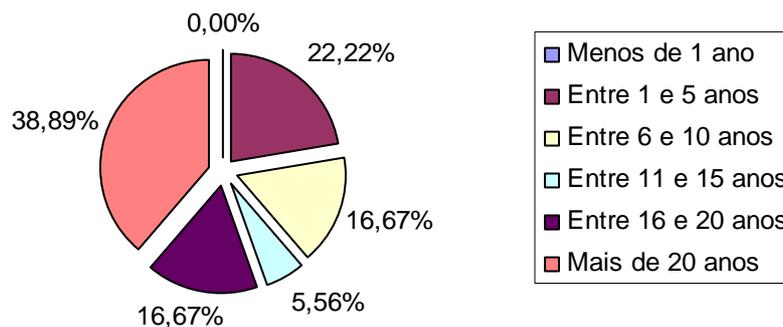


Figura 3.4 - Experiência dos projetistas.

b) Identificar qual o critério para definir quem executará o projeto do molde - Verificou-se que o nível de conhecimento dos projetistas é o principal fator implicante para definir quem executará o projeto do molde. A figura 3.5 mostra que das empresas pesquisadas 72% utilizam este critério.

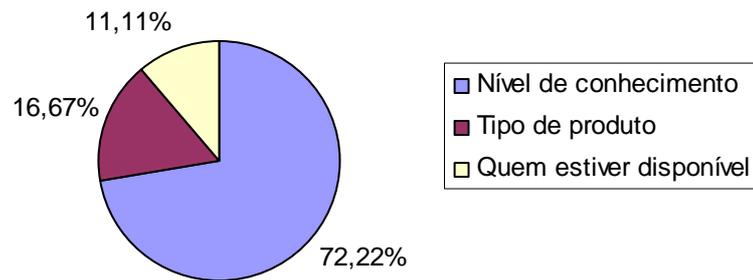


Figura 3.5 - Critérios para definir quem executará o projeto do molde.

c) Verificar se os projetistas reutilizam informações de projetos anteriores em novos projetos – Para auxiliar a empresa em novos projetos ou tomada de decisões, todos os projetistas entrevistados reutilizam informações de projetos anteriores. A principal informação utilizada é a geometria CAD, conforme ilustrado na figura 3.6. Seguindo uma tendência nacional, pois de acordo com Vallejos et al. (1998) no Brasil, os projetos de moldes são realizados baseados em experiências anteriores bem sucedidas e as soluções adotadas são, via de regra, simples, com poucas inovações tecnológicas e muitas vezes pouco eficientes.

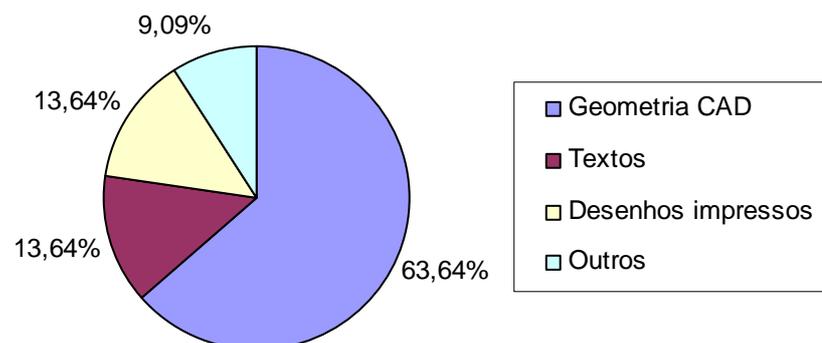


Figura 3.6 - Informações utilizadas no projeto de novos moldes.

d) Verificar se os projetistas utilizam CAE – A utilização da simulação CAE, proporciona informações necessárias no projeto de peças, moldes e no processo de moldagem por injeção. Sem essa ferramenta, existe a necessidade de grande experiência prévia, intuição, criação de protótipos ou tentativas de moldagem para obter informações de praticamente

todos os parâmetros de processos observados na prática de injeção (GONDAK et al., 2005). Nos principais países produtores de moldes as ferramentas CAE são amplamente utilizadas, potencializando o desenvolvimento e o processamento de peças (GOMES et al., 2003). Porém, de acordo com as empresas consultadas na região de Joinville -SC, os sistemas CAE ainda não são amplamente utilizados. Segundo os entrevistados 56% deles utilizam este sistema, mas somente para o projeto de peças mais complexas, devido principalmente ao seu elevado custo (ver figura 3.7).

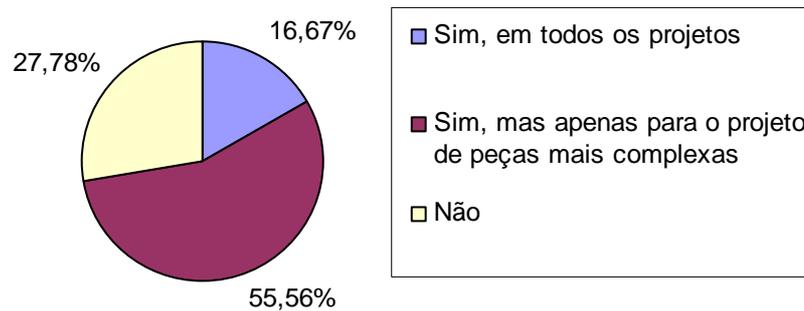


Figura 3.7 – Utilização do CAE.

e) Verificar se após a entrega do projeto do molde há retorno devido a possíveis problemas e como isto é gerenciado - O desenvolvimento de produto plástico injetado envolve diversas fases, conforme apresentado no capítulo 2. Quaisquer problemas que ocorram no projeto do produto ou do molde (como erros de projeto, ou falta de adequação ao processo de fabricação), implicarão no custo e no tempo de desenvolvimento. De acordo com a pesquisa, quando o projeto do molde está sendo fabricado, sempre há retorno devido a possíveis problemas, principalmente de modificação no molde (para 85% das empresas entrevistadas). Após a entrega do molde e início da produção dos produtos plásticos, também há retornos solicitando principalmente melhorias no molde, conforme ilustrado na figura 3.8.

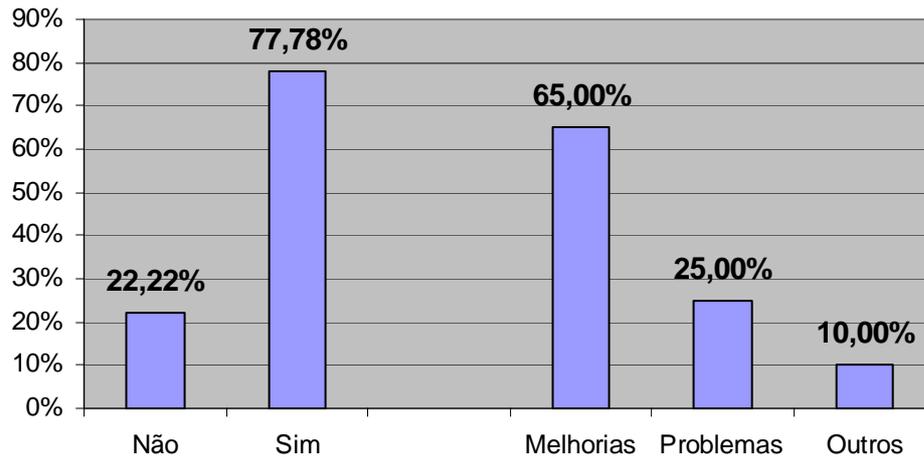


Figura 3.8 - Retorno após entrega do molde e início da produção.

### 3.4 - O processo de projeto de moldes de injeção

Os produtos plásticos injetados constituem uma categoria especial de produtos industriais, seu desenvolvimento é complexo devido a diversos fatores como a estrutura fragmentada do setor, possui informações multidisciplinares e interdisciplinares e é realizado levando em conta, informações estabelecidas com base em regras e recomendações.

Como consequência, o processo de projeto do molde também é complexo e envolve conhecimentos de diversas áreas técnicas. A figura 3.9 ilustra a seqüência do processo de desenvolvimento de projeto de moldes de injeção, que inclui os fatores que influenciam o processo de projeto de moldes, descritos a seguir:

*Cliente* - é o início do processo é ele quem faz a solicitação de fabricação do molde e fornece as informações do produto a ser moldado;

*Fábrica* - onde são usinados e montados os componentes do molde, conta-se com profissionais que possuem habilidades e conhecimentos adquiridos na base da experiência de vários anos de trabalho. Estas pessoas fornecem informações sobre todo o ciclo do processo de fabricação;

*Tecnologia* - se refere às ferramentas disponíveis na empresa. Para o projeto do molde os sistemas mais utilizados são o CAD e CAE. No CAD é realizada a modelagem 3D do componente que será injetado, a cavidade e o macho e também outros sistemas funcionais do molde. O sistema CAE auxilia o projetista com informações para o projeto como: análise do fluxo de material plástico, contração, resfriamento, deformações, entre outros.

*Fornecedores* - são as empresas que fornecem porta-moldes, sistemas de câmara quente, pinos extratores e demais acessórios para os moldes. Como esses fornecedores têm seus produtos padronizados, o projetista deve projetar o molde de acordo com as especificações sugerida por ele.

*Normas* - relacionadas a normas de tolerâncias como a ABNT

*Meio ambiente* - se refere às matérias primas utilizadas na confecção do molde e os materiais que serão utilizados posteriormente.

Assim, o projetista deve projetar o molde levando em consideração todas essas informações. Para isso ele conta com métodos, ferramentas e documentos de apoio, como: documentos, projetos similares, catálogo de soluções, biblioteca de padrões e sistemas CAD/CAE.

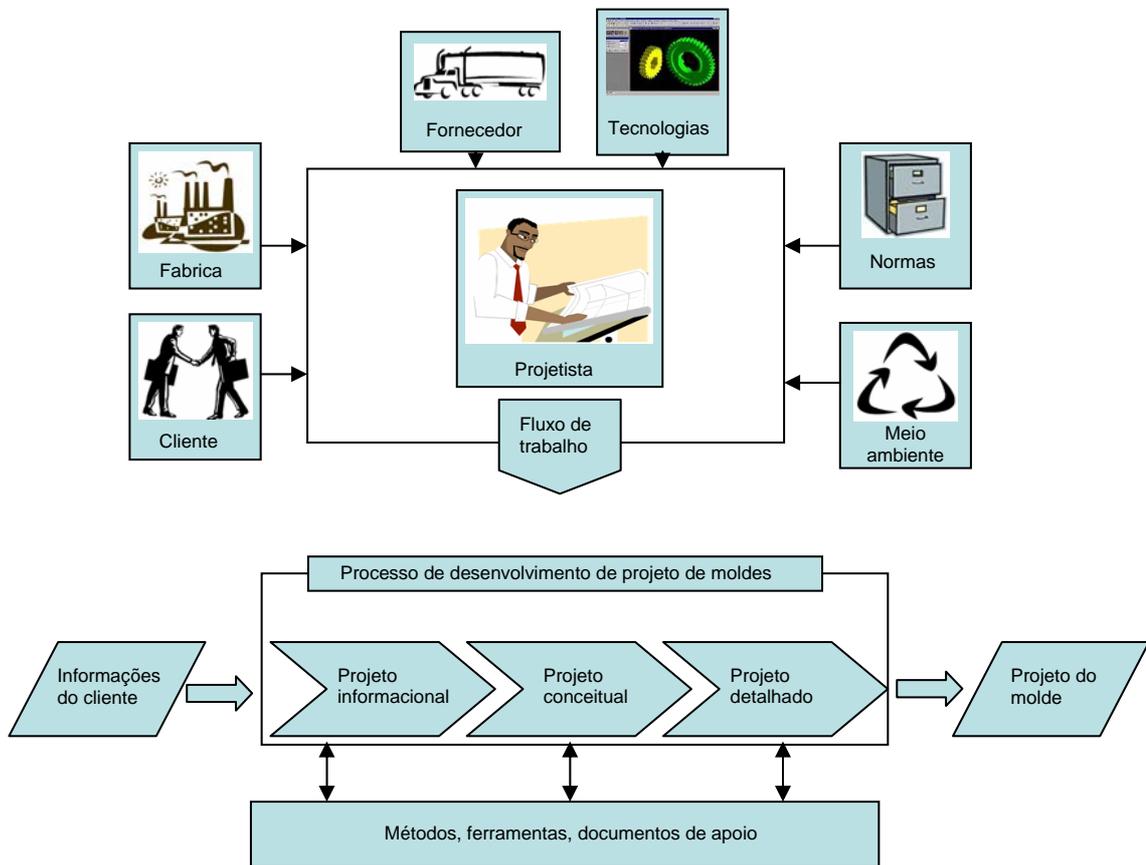


Figura 3.9 – Atividades do processo do projeto do molde.

De acordo com o estudo comparativo das atividades envolvidas no processo de projeto de moldes de injeção, com relação a algumas metodologias de desenvolvimento de produtos, realizado por Salvador et al. (2007) apresentadas no capítulo 2, as atividades do processo de desenvolvimento do projeto de moldes foram divididas em projeto informacional, projeto conceitual e projeto detalhado, baseadas no modelo de referência sugerido por Rozenfeld et al. (2006).

O modelo de Rozenfeld et al. (2006) foi escolhido, por se tratar de um modelo atual e bem abrangente. E pode ser utilizado para criação de modelos de referência específicos para cada empresa sendo voltado para o setor de bens de consumo duráveis.

Segundo Rozenfeld et al. (2006) o modelo de referência pode ser adaptado para empresas que fornecem sob encomenda para um cliente específico dentro da cadeia de suprimentos (caso dos fornecedores de equipamentos especiais, como moldes de injeção).

Neste caso ocorrem mudanças nas fases iniciais do processo, pois não se desenvolve um produto para um mercado, mas sim para atender clientes específicos.

Assim, Rozenfeld et al. (2006) descrevem que no desenvolvimento de moldes de injeção também ocorrem as fases de projeto conceitual e detalhado. Contudo, devido à estrutura fragmentada do setor de desenvolvimento de produtos plásticos injetados, propõe-se que seja inserida neste trabalho, uma fase de projeto informacional no processo de projeto de moldes de injeção. A seguir serão detalhadas cada fase do processo.

O objetivo da fase de projeto informacional é a partir das informações fornecidas pelo cliente, levantadas no planejamento e em outras fontes, desenvolver um conjunto de informações, o mais completo possível, chamado de especificações-meta do molde.

Diferentemente da fase de projeto informacional que trata, basicamente, da aquisição e transformação de informações, na fase de Projeto Conceitual, as atividades relacionam-se com a busca, criação, representação e seleção de soluções para as funções do molde.

O projeto detalhado dá prosseguimento à fase anterior, e tem como objetivo desenvolver e finalizar todas as especificações do molde, para então serem encaminhados a manufatura.

Os próximos tópicos irão detalhar as fases do projeto do molde e com base nessas considerações, no quarto capítulo será apresentado o modelo de gestão do conhecimento.

#### **3.4.1 - Projeto informacional**

Baseado no modelo de referência sugerido por Rozenfeld et al. (2006), na fase de projeto informacional são levantadas as informações de projeto, ou seja, são desenvolvidos um conjunto de informações, o mais completo possível, chamado de especificações de projeto do molde, que orientam na busca e seleção das alternativas de concepção do molde e também fornecem uma base de informações que auxiliam na tomada de decisões utilizados nas etapas posteriores.

Como consequência das características do desenvolvimento de projetos de moldes de injeção, devido ao fato do projeto envolver o conhecimento tácito e explícito de especialistas de diversas áreas (responsável pelo projeto do produto e responsável pela injeção do produto) e estes se encontram em diferentes empresas, gera uma dificuldade de integração do conhecimento (informação) de especialistas.

Segundo o modelo proposto neste trabalho, a fase de projeto informacional envolve as etapas de preparação das informações, identificação das necessidades dos clientes, restrições do projeto do molde e definição das especificações do molde, conforme apresentado na figura 3.10.

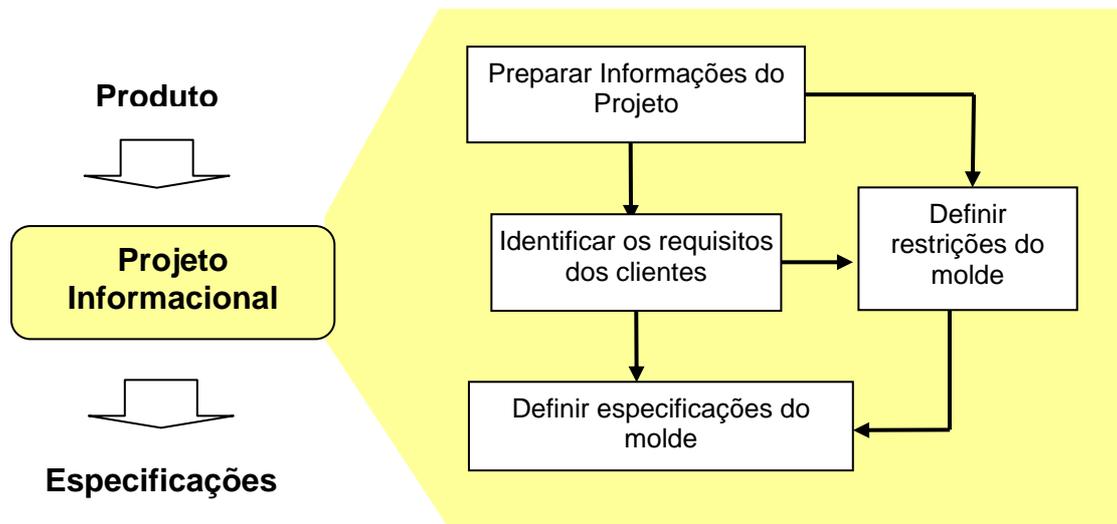


Figura 3.10 - Atividades do processo do projeto informacional do molde.

#### 3.4.1.1 - Preparar informações do projeto do molde

Esta atividade tem por objetivo o estudo do produto a ser injetado. São coletadas todas as informações necessárias para o desenvolvimento do projeto do molde, a fim de que, durante o projeto conceitual não se perca tempo com a busca de dados não informados. A figura 3.11 apresenta as tarefas dessa atividade.

Inicialmente, busca-se a familiarização com o produto a ser injetado, avaliando a viabilidade de execução do projeto e buscando o maior número de informações possível sobre o produto e o molde a ser projetado. As informações levantadas no planejamento estratégico da ferramentaria como os projetos em andamento, recursos humanos, os processos de fabricação do molde e os equipamentos disponíveis devem ser analisados, para que o novo projeto possa ser otimizado para uso e aproveitamento do parque fabril, permitindo a redução do custo de fabricação, uma vez que minimizará a aquisição de componentes de terceiros.

As informações de moldes similares já projetados e fabricados auxiliam no projeto do molde que será projetado ou tomada de decisões, através da geometria do produto são analisados principalmente os princípios de soluções adotados para os principais sistemas do molde e se estes podem servir de referência para o novo projeto.

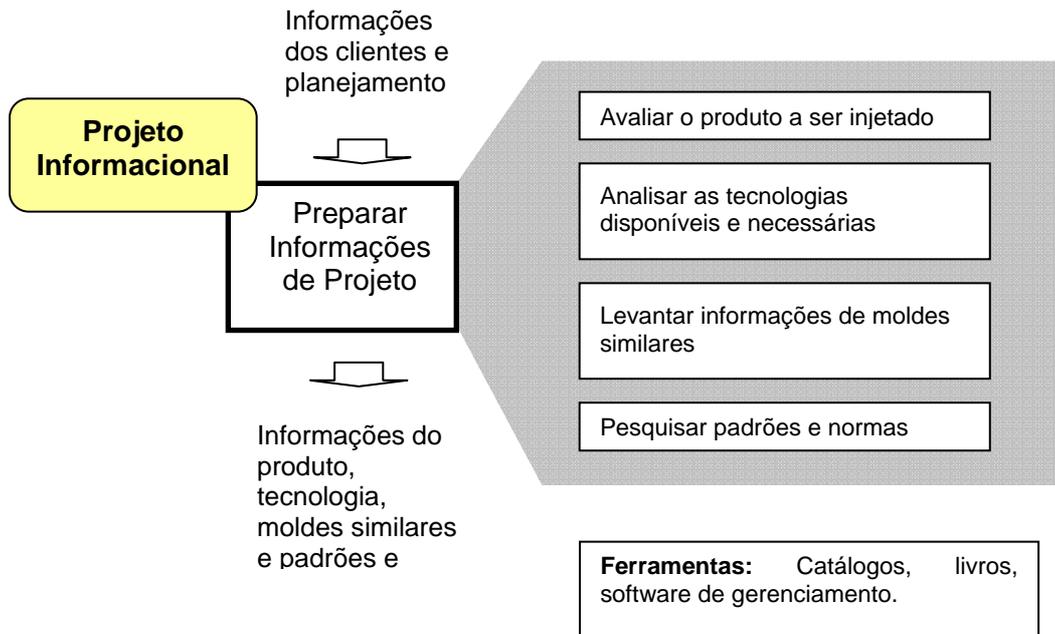


Figura 3.11 - Tarefas da atividade “preparar informações de projeto”.

Pesquisar padrões, normas e legislações, nesta tarefa o envolvimento dos fornecedores é fundamental, deverão ser analisados catálogos ou informações referentes a padronização de pinos, componentes, acessórios, porta moldes e aço disponíveis no mercado.

#### 3.4.1.2 - Identificar os requisitos dos clientes do molde

Nesta atividade se identifica os requisitos dos clientes do molde, buscando-se levantar as necessidades dos clientes. Os requisitos estão relacionados com as propriedades mecânicas, eficiência e desempenho do molde, ou seja, determinar o que os clientes esperam do molde. A figura 3.12 ilustra as tarefas envolvidas nesta atividade.

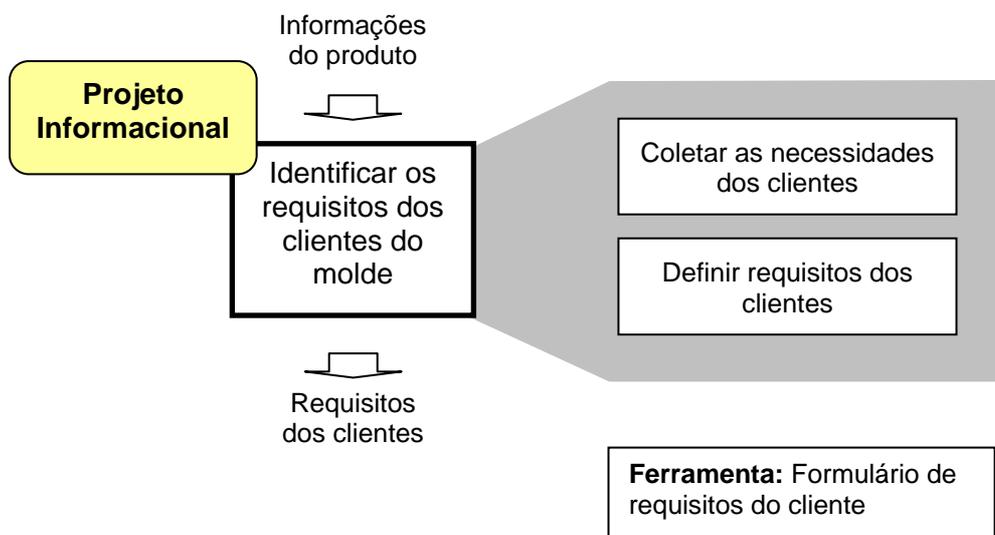


Figura 3.12 - Tarefas da atividade “identificar os requisitos do cliente do molde”.

Nesta etapa é imprescindível que o projetista se reúna com os clientes para avaliar a questão técnica e estética do produto, uma vez que podem ser colocadas premissas de projeto que simplificam ou dificultam a construção do molde. Essas premissas limitantes podem ser linhas de fechamento do molde, marcas de ponto de injeção, dentre várias outras.

O resultado será a definição dos requisitos dos clientes conforme o formulário de identificação dos requisitos dos clientes apresentado no Apêndice B.

### 3.4.1.3 - Definir restrições do molde de injeção

A atividade de definir as restrições do molde tem por objetivo agregar o conhecimento dos vários especialistas envolvidos no processo de desenvolvimento do produto.

Assim, as restrições do molde envolvem informações de diversas áreas como do produto a ser injetado, a máquina injetora a ser utilizada e ao material plástico do produto. Estas informações devem ser consideradas no projeto, a figura 3.13 apresenta as tarefas desta atividade.

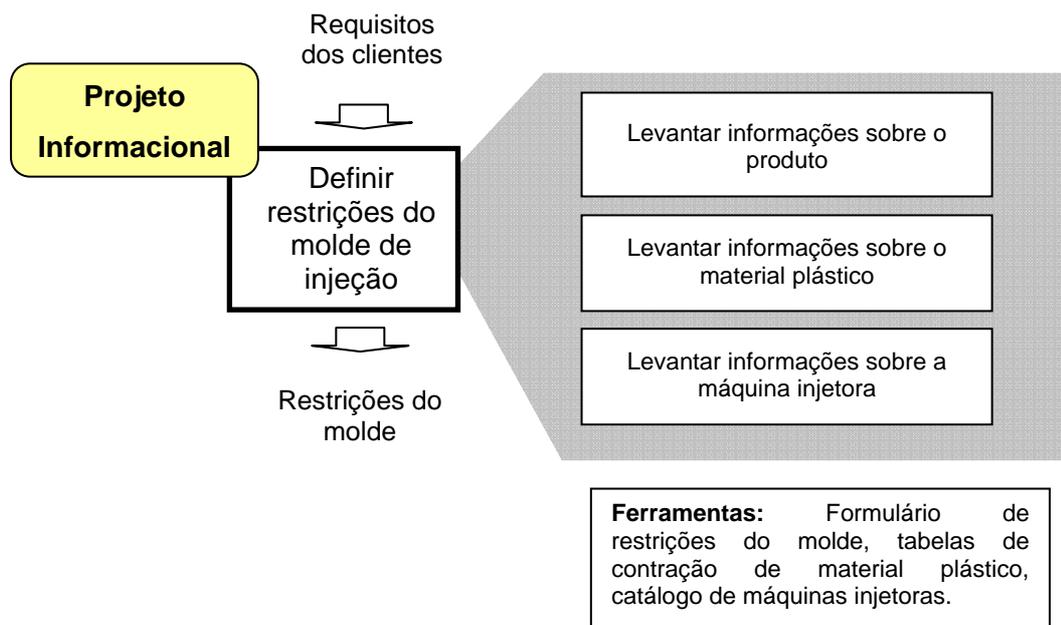


Figura 3.13 - Tarefas da atividade “definir restrições do molde de injeção”.

Normalmente a ferramentaria recebe do cliente o desenho do produto (em arquivo eletrônico ou impresso), uma amostra física (produto já existente ou protótipo) ou ainda ambos. A partir deles e dos requisitos do molde são definidas as restrições do molde com relação à forma geométrica do produto, seu uso, linha de fechamento, dentre outras restrições.

Além de analisar as restrições do molde com base no produto é importante levantar informações sobre o material plástico principalmente sobre a contração do mesmo e se ele é adequado para o material da cavidade e macho.

A importância das informações sobre a máquina injetora é notória, pois a partir delas são determinadas as restrições do molde quanto as dimensões e requisitos funcionais do molde. No Apêndice C, são apresentados o formulário de identificação dos requisitos do molde, que abrangem as características do produto, material plástico e máquina injetora.

#### 3.4.1.4 - Definir especificações do molde de injeção

Na última atividade do projeto informacional são definidas as especificações-meta de um molde, que são parâmetros quantitativos e mensuráveis que o molde projetado deverá ter. Essas especificações, além de atuarem como guias para projeto do molde, fornecem a base sobre o qual serão montados os critérios de avaliações e de tomada de decisão, utilizados nas etapas posteriores do processo de projeto. A figura 3.14 apresenta as tarefas desta atividade.

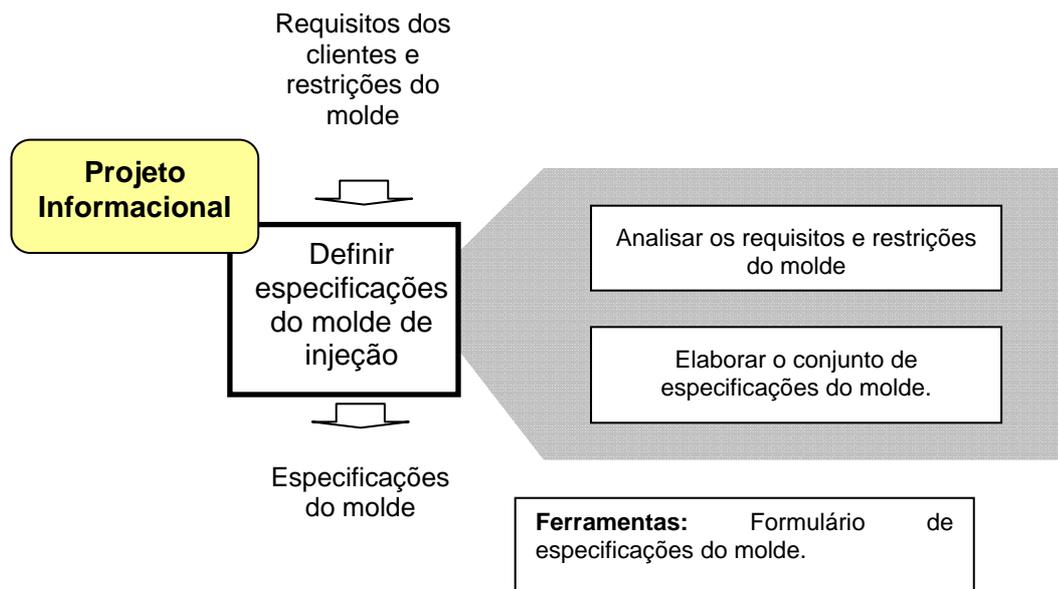


Figura 3.14 - Tarefas da atividade “definir especificações do molde de injeção”.

Inicialmente devem-se analisar os requisitos do molde (o produto poderá ter marcas de extração, injeção, linhas de solda, o número de produtos a serem fabricados por mês, entre outros) e deve-se analisar também as restrições do molde com relação as características do produto (forma geométrica, uso, etc. ), material plástico (tipo, contração, etc.) e máquina injetora (altura mínima e máxima do molde, dimensões entre colunas, etc.)

Baseado nesta análise são especificadas o ponto de injeção (entrada direta, lateral, anel, leque, flash, submarina e capilar), as linhas de fechamento, o lado de extração do produto, a forma da extração, a necessidade de elementos móveis como gavetas, pinos inclinados, dentre outras especificações conforme mostrado no Apêndice D.

É importante salientar que a definição inadequada dessas informações iniciais, poderá levar o projetista determinar certas características no molde que poderão comprometer o produto moldado.

### 3.4.2 - Projeto conceitual

A fase de projeto conceitual, também foi baseada no modelo sugerido por Rozenfeld et al (2006), compreende as etapas de definição do melhor conjunto de soluções que serão utilizadas para atender a cada uma das funções do molde (apresentadas na Tabela 2.1), sendo que, conforme discutido no capítulo 2 muitas delas interagem entre si. Esta fase também deve atender as especificações definidas no projeto informacional. A figura 3.15, apresenta as atividades da fase de projeto conceitual.

Para auxiliar na execução desta etapa propõe-se o emprego de sistemas CAD/CAE e consulta as informações levantadas na fase projeto informacional.

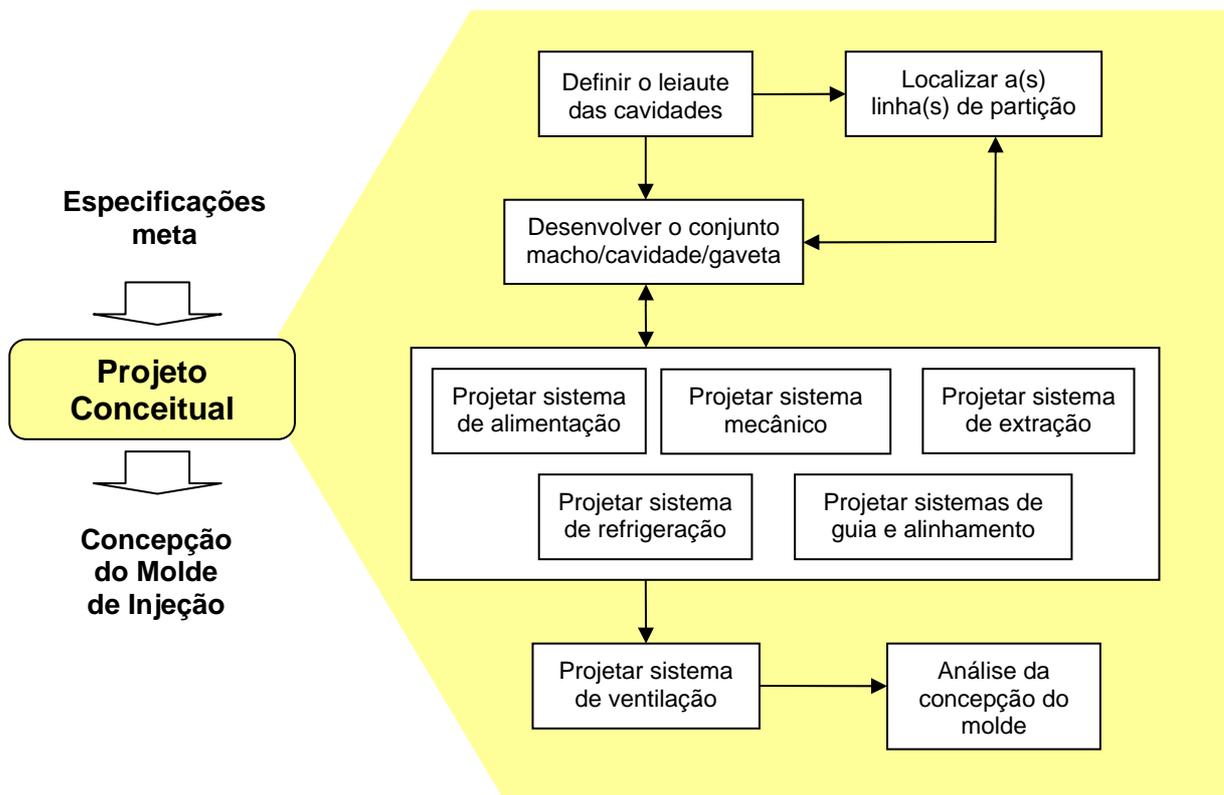


Figura 3.15 - Atividades do processo do projeto conceitual do molde.

#### 3.4.2.1 - Definir o leiaute das cavidades

Conforme apresentado na figura 3.16, o ponto de partida desta atividade são as especificações do molde definidas na fase do projeto informacional.

Deve-se definir o leiaute das cavidades levando-se em consideração as condições descritas no item 2.5.1. afim de que todas as cavidades estejam balanceadas.

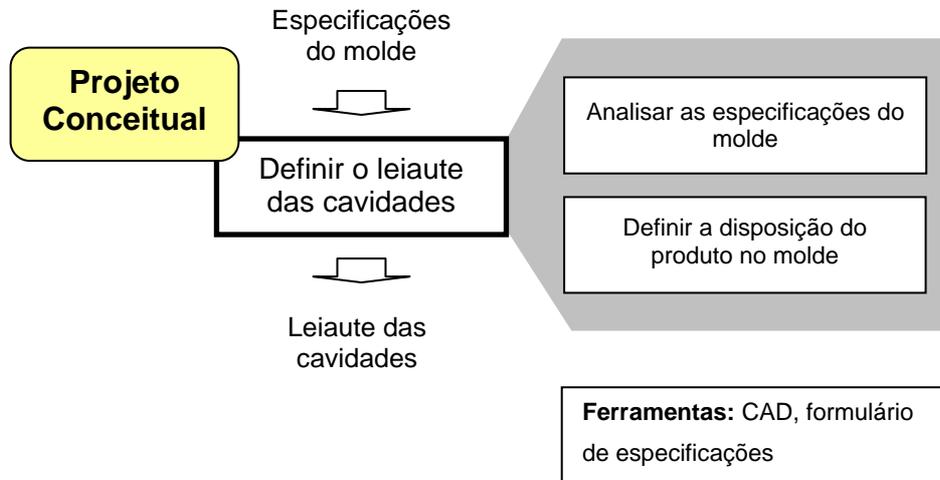


Figura 3.16 - Atividade “definir leiaute das cavidades”.

### 3.4.2.2 - Localizar a(s) linha(s) de partição do molde

A(s) linha(s) de partição do molde já foram pré-definidas na fase de projeto informacional. Nesta atividade será realizado o posicionamento do produto de maneira que ele possa ser extraído e ter o mínimo de elementos móveis possíveis, tornando o molde mais simples, em seguida é localizada a linha de partição do mesmo. Estas tarefas são realizadas com o auxílio da ferramenta CAD e levando em consideração as interações com as demais atividades. Conforme apresentado na figura 3.17.

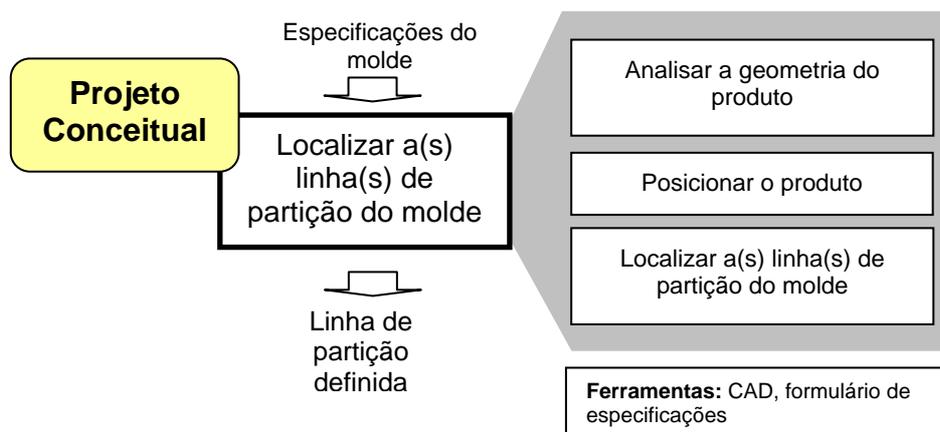


Figura 3.17 - Atividade “localizar linha(s) de partição do molde”

### 3.4.2.3 - Desenvolver o conjunto machos/cavidades/gavetas

Definidos o leiaute das cavidades e as linhas de partição do molde, inicia-se o projeto do molde a partir dos componentes que formarão o produto. Ou seja, o molde deve ser projetado de dentro para fora.

Inicialmente é definida dimensão exata das cavidades e machos com relação a contração do material plástico a ser injetado. Em seguida é definido o material que será fabricado o conjunto macho/cavidade/gaveta.

Se houver a necessidade de inserir gavetas a tarefa seguinte será definir a sua linha de partição e o seu ângulo de fechamento. Na seqüência é realizado um dimensionamento prévio das gavetas, pois a sua dimensão exata é definida na atividade de projetar sistemas de guia e alinhamento.

Havendo a necessidade de se inserir mandíbulas deve-se achar a linha de partição e definir o ângulo de fechamento da mesma levando em consideração todos os elementos que fazem parte da mandíbula.

Para produtos que possuam rosca deve-se utilizar um desrosqueador levando-se em consideração a sua dimensão e os elementos que o compõe.

Para esta atividade são utilizadas ferramentas CAD. A figura 3.18 apresenta as informações e ferramentas que envolvem esta atividade.

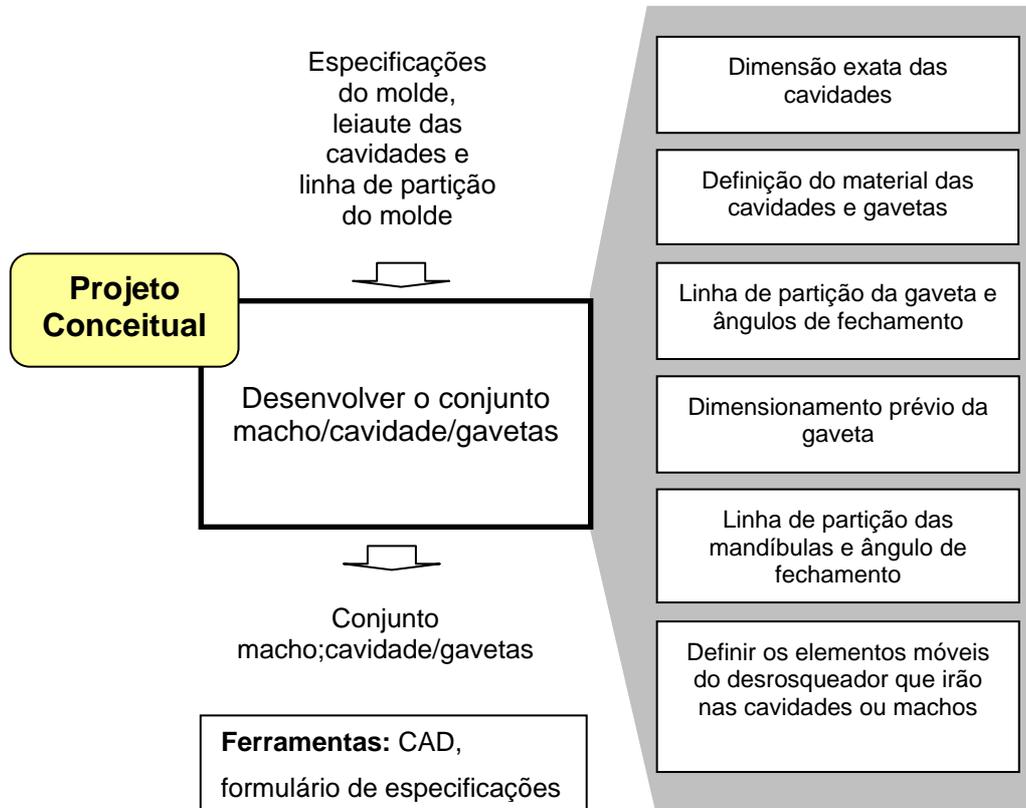


Figura 3.18 - Atividade “desenvolver o conjunto machos/cavidades/gavetas”.

### 3.4.2.4 - Projetar sistema de alimentação

Nesta atividade é definida qual é a melhor configuração do sistema de alimentação do material a ser injetado. Em função das especificações do molde, e da definição do leiaute das cavidades, linhas de partição do molde e o conjunto machos/cavidades/gavetas.

No projeto do sistema de alimentação deve-se definir o ângulo do canal de injeção, o tipo do canal de retenção, o tipo de canais de alimentação (canais frios ou canais quentes), se escolher canais frios deve-se dimensionar e definir o formato das seções transversais (circular, trapezoidal, trapezoidal modificada, semicircular e retangular), se optar por um sistema de câmara quente deve-se escolher o tipo e o fornecedor.

Deve-se nesta atividade ainda projetar os pontos de injeção, que foram previamente definidos nas especificações do molde.

Para esta atividade é recomendado o uso de sistemas de simulação reológica, que fornecem dados como pressão e tempo de injeção, perfis de temperatura e velocidade de injeção, linhas de fluxo do material e inúmeras outras variáveis. A figura 3.19 apresenta as informações e ferramentas que envolvem esta atividade.

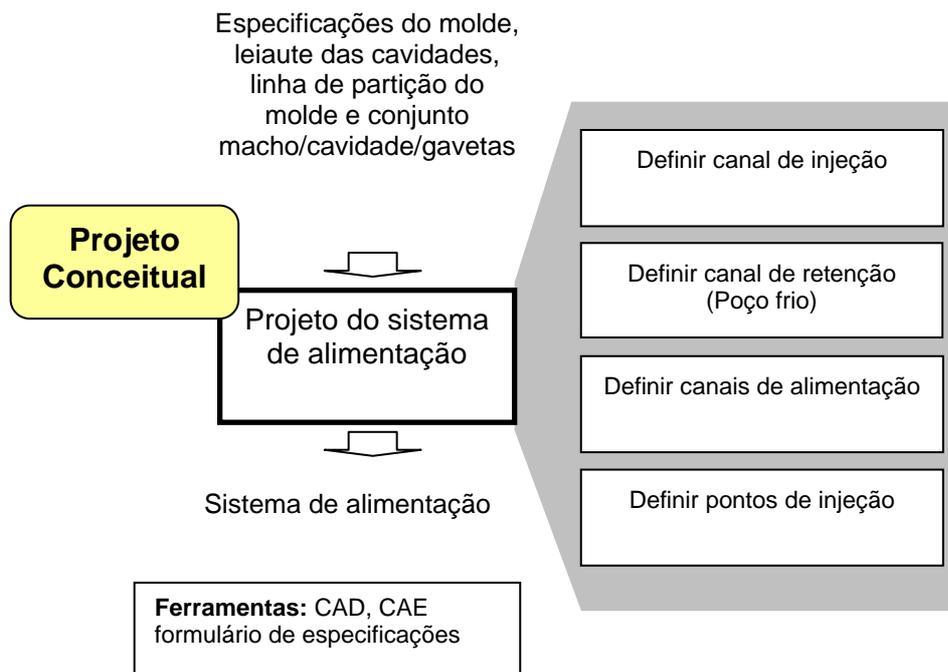


Figura 3.19 - Atividade “projetar sistema de alimentação”.

### 3.4.2.5 - Projetar sistema mecânico

A atividade de projeto do sistema mecânico envolve o dimensionamento e o número das placas, travas de gavetas, pinos inclinados, sistemas hidráulicos e demais elementos do molde, e a escolha dos materiais para a construção do molde.

Conforme apresentado na figura 3.20, o sistema mecânico é projetado em função das especificações do molde e da definição das atividades anteriores.

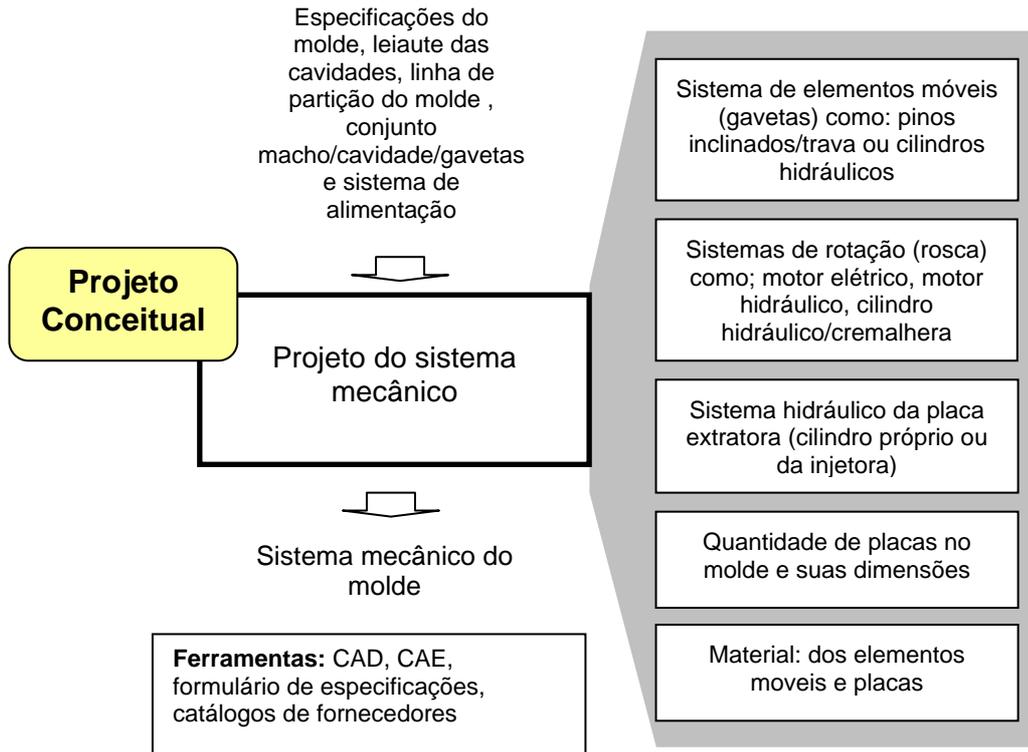


Figura 3.20 - Atividade "projetar sistema mecânico".

#### 3.4.2.6 - Projetar sistema de extração

Em função das especificações do molde, e da definição das atividades anteriores, nesta atividade deve-se dimensionar e posicionar a solução construtiva para o sistema de extração do molde, que já foram pré-definidas nas especificações do molde.

A primeira tarefa é definir a localização e a quantidade de extratores necessários e dimensioná-los. Em seguida são definidos os tipos de extratores (redondos, placa, lâmina, pneumática, desrosqueador etc.)

Na seqüência é definido o curso de extração levando-se em consideração o comprimento necessário para o produto se desvencilhar da cavidade inferior, o curso de extração da máquina injetora e se for o caso a movimentação das mandíbulas.

Se houver necessidade de utilizar mandíbulas, com base no curso de extração deve-se definir o ângulo da haste das mandíbulas para que a soltura do produto seja total.

Deve-se definir a dimensão dos pinos de retorno. No caso do conjunto de placas de extração serem muito grandes ou houver mandíbulas, deve-se verificar a necessidade de utilizar pinos de contenção.

Nesta atividade são definidas a distribuição de forças dos extratores.

Também é recomendado para esta atividade o uso de sistemas de simulação reológica, que fornecem dados sobre o tempo de extração. A figura 3.21 apresenta as informações e ferramentas que envolvem esta atividade.

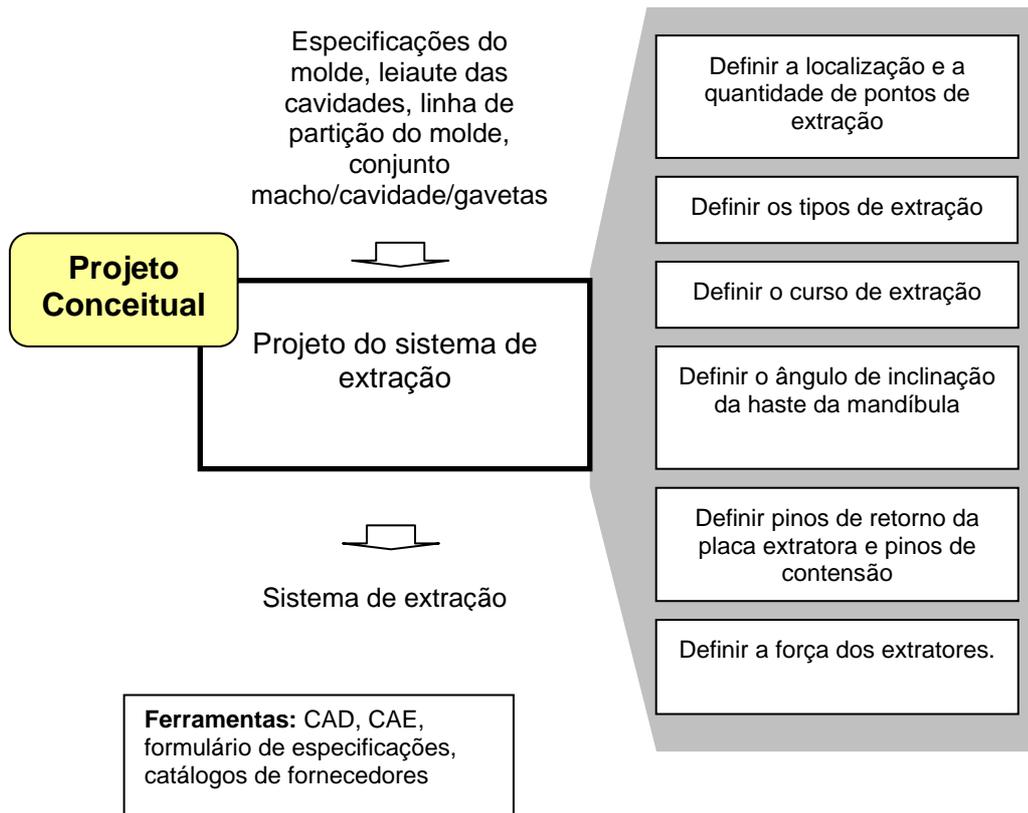


Figura 3.21 - Atividade "projetar sistema de extração".

### 3.4.2.7 - Projetar sistema de refrigeração

Assim como nas atividades anteriores, esta atividade (figura 3.22) tem o objetivo de definir o tipo do sistema de refrigeração (cascata com palheta, cascata com núcleo, pino térmico, cascata com palheta helicoidal, cascata com núcleo helicoidal simples, cascata com núcleo helicoidal duplo, tubos de cobre, cascata com canal helicoidal, canais de refrigeração, leiaute de canais de refrigeração e insertos para a refrigeração), o dimensionamento, a quantidade, a vedação, a localização do sistema de refrigeração e os componentes para a ligação com o sistema de resfriamento do fluido refrigerante.

Também são definidos a localização e a quantidade de materiais especiais (material que possuam boa condutibilidade térmica), se for o caso definir os postigos (ou serpentina) para a refrigeração de machos.

O sistema de refrigeração do molde deve ser uniforme em todas as regiões do produto, a fim de evitar contrações diferenciadas, empenamento e introdução de tensões residuais no componente.

As simulações reológicas auxiliam o projetista na definição do melhor tipo, dimensionamento e localização do sistema de refrigeração.

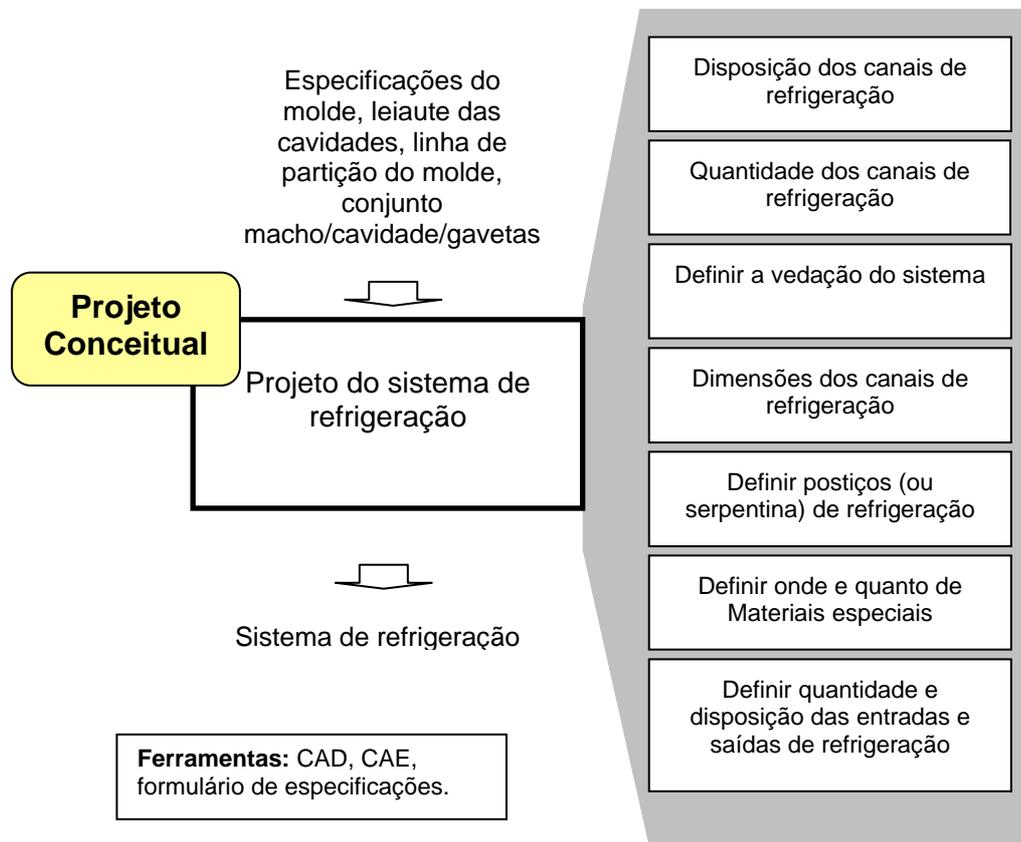


Figura 3.22 - Atividade “projetar sistema de refrigeração”.

#### 3.4.2.8 - Projetar sistema de guias e alinhamento

Esse sistema permite montar o molde na máquina injetora e ajustar as duas metades do molde. Para isso é necessário definir a quantidade e localização das colunas, buchas e elementos de guias e dimensioná-las.

Nesta atividade deve-se também dimensionar o anel centralizador, as placas de ajustes, placas de deslize e suas folgas, conforme apresentado na figura 3.23. É importante no momento do projeto deste sistema deslocar uma coluna para evitar montar as duas partes do molde de maneira errada.

#### 3.4.2.9 - Projetar sistema de ventilação

Na definição do sistema de ventilação os sistemas de simulação podem auxiliar através da análise da moldagem. Se o escape do ar não for suficiente pelo plano de partição, os próprios pinos extratores podem ser utilizados como pontos de partida para a saída do ar ou prover pequenas aberturas.

A figura 3.24, apresenta as informações que devem ser consideradas nesta atividade.

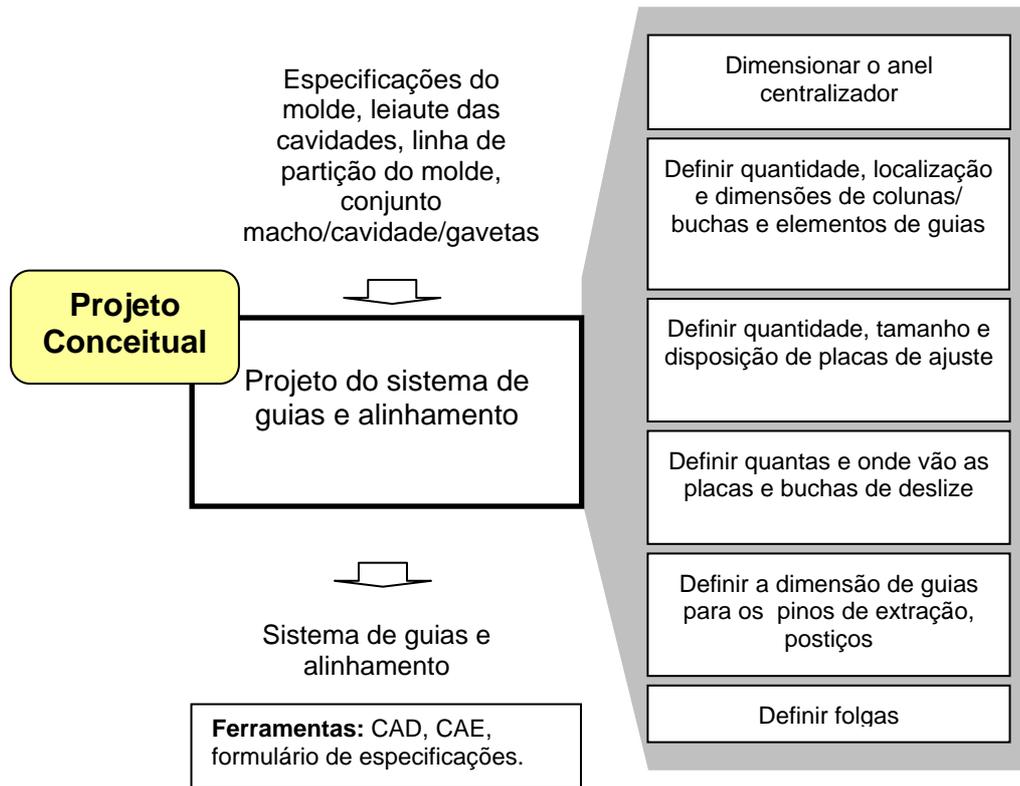


Figura 3.23 - Atividade “projetar sistema de guias e alinhamento”.

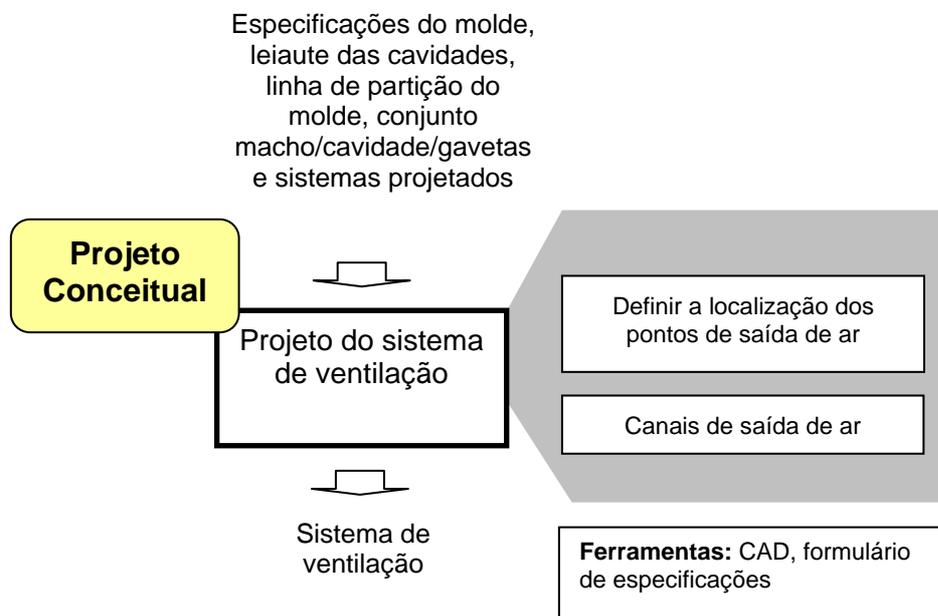


Figura 3.24 - Atividade “projetar sistema de ventilação”.

### 3.4.2.10 - Análise da concepção do molde

Finalizado o projeto do molde é necessário fazer uma revisão do mesmo, a fim de verificar se todas as especificações do molde foram atendidas e se os sistemas do molde não apresentaram problemas futuros.

Após a análise do projeto, o mesmo é detalhado e uma pré-lista de materiais segue para a fabricação, conforme figura 3.25 e Apêndice E.

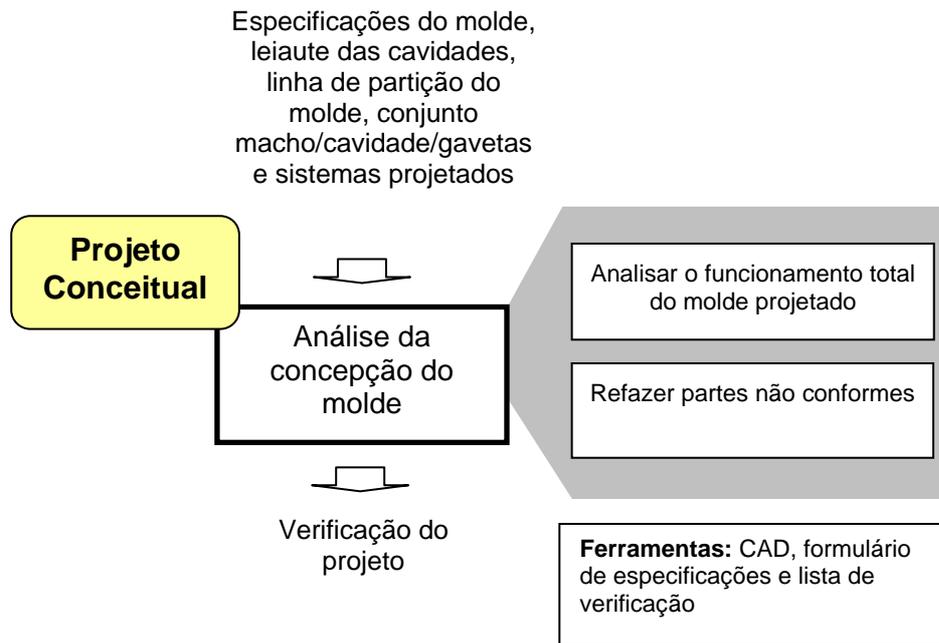


Figura 3.25 - Atividade “análise da concepção do molde”.

### 3.4.3 - Projeto detalhado

O projeto detalhado dá prosseguimento à fase anterior, e tem como objetivo desenvolver e finalizar todas as especificações do molde, para então serem encaminhados a manufatura, conforme figura 3.26.

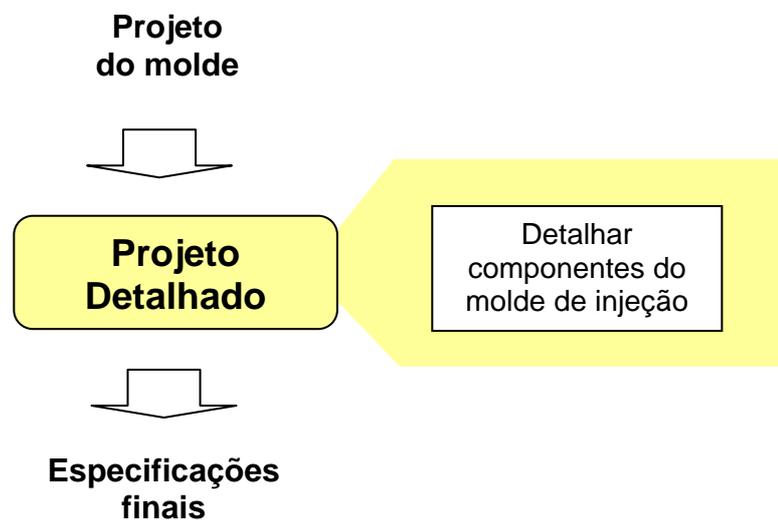


Figura 3.26 - Atividades da fase de projeto detalhado.

Na fase anterior, projeto conceitual, resulta a concepção do molde, composta de: leiaute do molde, lista dos componentes, desenhos iniciais, especificações iniciais dos componentes e plano macro do processo. O próximo tópico irá descrever a atividade do projeto detalhado.

### 3.4.3.1 - Detalhar componentes do molde de injeção

A primeira tarefa é detalhar a concepção do molde e produzir as documentações finais e detalhadas, que compreendem todos os desenhos dos componentes com cotas e tolerâncias finais, e a configuração final do molde.

A próxima tarefa é a avaliação dos componentes. Acontece paralelamente à atividade de detalhamento, sempre verificando se existe algum problema no componente. O maior ganho desta tarefa está na prevenção de falhas, que podem ser causadas por problemas nas especificações detalhadas dos componentes (figura 3.27).

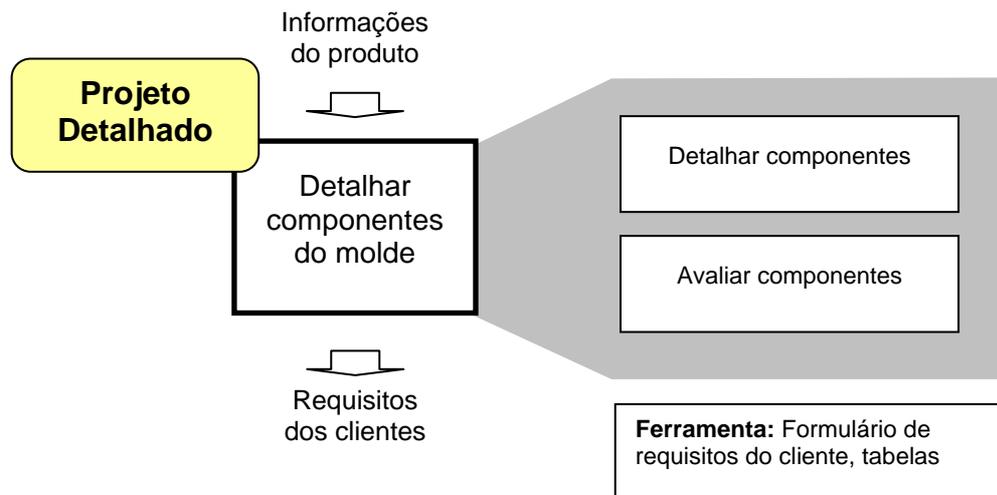


Figura 3.27 - Tarefas da atividade “detalhar componentes do molde”.

O projetista deverá detalhar completamente o projeto executando todos os cálculos e providenciando o desenho técnico de cada componente. Devendo fornecer o máximo de informações possíveis, visto que quanto menos tempo o ferramenteiro perder na leitura (entendimento) de um projeto, tanto maior será a agilidade na execução do molde.

Para facilitar a confecção do molde, o projetista deve levar em consideração (HARADA, 2006):

Cotas: calcular as cotas, ângulos e demais itens do desenho;

Traçado: o traçado do desenho deve ser muito bem definido com linhas cheias, tracejadas e traço-ponto (linhas de centro);

Detalhes: sempre que as tolerâncias do produto a injetar permitirem, as medidas constantes do projeto devem ser arredondadas.

Simplicidade: o projeto deve considerar as futuras manutenções do molde. Portanto, sempre que permitido, o projetista deve simplificar os componentes para facilitar substituições ou correções por desgaste ou falha.

### 3.5 - O conhecimento no projeto de moldes

Devido a multidisciplinariedade e interdisciplinariedade das informações provenientes dos conhecimentos de especialistas de diversas áreas e dos projetistas que constituem umas das mais significativas bases para o desenvolvimento do projeto do molde, os próximos tópicos irão descrever o processo de gestão do conhecimento nas fases do processo de projeto do molde.

#### 3.5.1 - O conhecimento na fase de projeto informacional do molde

O conhecimento é usualmente apresentado dentro de uma hierarquia que se inicia pelos dados, passa para a informação e alcança o conhecimento. Cada um dos níveis é a matéria prima para o nível seguinte. Na Tabela 3.3 são apresentados os níveis mais comuns nas atividades de projeto informacional do molde. Observa-se que apesar da fase ter por objetivo levantar o maior número de informações para elaborar o projeto do molde na fase seguinte, as experiências dos especialistas são bem solicitadas.

Tabela 3.3 - Classes de conhecimento nas atividades de projeto informacional.

Atividade	Classes de Conhecimento
Preparação de informações do projeto do molde	<p><b>Conhecimento:</b> Análise do parque fabril e recursos disponíveis na ferramentaria a fim de projetar o molde visando um melhor aproveitamento do mesmo e redução de custos.</p> <p><b>Informação:</b> Planejamento da ferramentaria, busca de informações relacionadas ao molde a ser projetado, moldes similares e fornecedores de materiais e componentes padronizados.</p>
Identificar os requisitos dos clientes	<p><b>Conhecimento:</b> Experiência sobre a construção do molde e sobre produtos de material plástico a fim de sugerir para o cliente alterações visando uma melhor fabricação e menor custo do molde.</p> <p><b>Informação:</b> Necessidades dos clientes do molde de injeção.</p>
Definir restrições do molde	<p><b>Conhecimento:</b> Experiência dos especialistas sobre quais características do produto, material plástico e máquina injetora poderão restringir o projeto do molde.</p> <p><b>Informação:</b> Dados da máquina injetora, características do material plástico e requisitos do cliente.</p>
Definir especificações do molde	<p><b>Conhecimento:</b> Experiência do projetista sobre as possíveis soluções e suas integrações que serão utilizadas no projeto.</p> <p><b>Informações:</b> Requisitos e restrições do molde, e informações iniciais do projeto.</p>

Segundo Nonaka e Takeuchi (1997), o conhecimento pode ser classificado em dois tipos: o tácito e o explícito. A Tabela 3.4 apresenta um conjunto de conhecimentos tácito e explícitos nas atividades do projeto informacional. Nota-se que o conhecimento tácito envolve a experiência de vários especialistas.

Tabela 3.4 - Repositórios dos conhecimentos tácito e explícito nas atividades de projeto informacional.

Atividade	Repositório do Conhecimento
Preparação de informações do projeto do molde	<p><b>Tácito:</b> Experiência do projetista e profissionais responsáveis pela fabricação do molde.</p> <p><b>Explícito:</b> Arquivos de projetos de moldes anteriores, catálogo de fornecedores, livros técnicos, gráficos de planejamento dos recursos da ferramentaria.</p>
Identificar os requisitos dos clientes	<p><b>Tácito:</b> Experiência do projetista e do cliente (projetista do produto).</p> <p><b>Explícito:</b> Desenho esquemático</p>
Definir restrições do molde	<p><b>Tácito:</b> Experiência do projetista do molde, responsável pela injeção do produto e responsáveis pela fabricação do molde.</p> <p><b>Explícito:</b> catálogos da máquina injetora, tabela do material plástico.</p>
Definir especificações do molde	<p><b>Tácito:</b> Experiência do projetista</p> <p><b>Explícito:</b> Princípios de solução (projetos anteriores, livros, catálogos de fornecedores).</p>

Conforme apresentado no capítulo 2, para que possa ser compartilhado dentro de uma organização o conhecimento tácito deve ser convertido em explícito e vice-versa. Assim, a Tabela 3.5, baseadas na proposta de Nonaka e Takeuchi (1997), sugere quatro padrões de conversões básicas para a criação de conhecimento organizacional. Percebe-se que a externalização refere-se a documentar os motivos que levaram os projetistas a fazerem determinadas ações. O processo de combinação é realizado pelo agrupamento de conhecimentos que já foram explicitados, já na internalização e socialização os procedimentos são comuns em todas as atividades.

Tabela 3.5 - Criação do conhecimento organizacional nas atividades do projeto informacional.

Atividade	Dinâmica do Conhecimento
Preparação de informações do projeto do molde	<p><b>Externalização:</b> Documentar os motivos de que levaram o projetista a buscar as informações levantadas.</p> <p><b>Combinação:</b> Sistematizar as informações e motivos documentados.</p> <p><b>Internalização:</b> adquirir experiência.</p> <p><b>Socialização:</b> aprender através da observação do especialista que prepara as informações do projeto do molde.</p>
Identificar os requisitos do cliente	<p><b>Externalização:</b> Documentar os motivos que levaram o projetista a pedir as alterações do produto para o cliente e os motivos que levaram o cliente a não aceitar as alterações (se for o caso).</p> <p><b>Combinação:</b> Sistematizar as informações e motivos documentados.</p> <p><b>Internalização:</b> adquirir experiência</p> <p><b>Socialização:</b> Observar o projetista.</p>
Definir restrições do molde	<p><b>Externalização:</b> Documentar os motivos que levaram os especialistas a restringir certas características do molde.</p> <p><b>Combinação:</b> Sistematizar as informações e motivos documentados.</p> <p><b>Internalização:</b> adquirir experiência</p> <p><b>Socialização:</b> Relatar conversa com os especialistas e observar o projetista.</p>
Definir especificações do molde	<p><b>Externalização:</b> Documentar os motivos que levaram o projetista a escolher as possíveis soluções e suas integrações.</p> <p><b>Combinação:</b> Sistematizar as informações e motivos documentados.</p> <p><b>Internalização:</b> adquirir experiência</p> <p><b>Socialização:</b> Observar o projetista.</p>

### 3.5.2 - O conhecimento na fase de projeto conceitual do molde

De maneira semelhante a apresentação da gestão do conhecimento na fase de projeto informacional, este tópico irá apresentar a gestão do conhecimento na fase de projeto conceitual classificando os níveis de conhecimento, os tipos de conhecimento e as formas de conversão do conhecimento.

A Tabela 3.6 apresenta os níveis de conhecimento mais comuns nas atividades de projeto conceitual. Percebe-se que o gerenciamento das interações está presente em todas as atividades.

Tabela 3.6 - Classes de conhecimento nas atividades de projeto conceitual.

Atividade	Classes de Conhecimento
Definir o leiaute das cavidades	<p><b>Conhecimento:</b> Análise das informações referentes as especificações do molde e experiência com relação as próximas atividades.</p> <p><b>Informação:</b> leiaute das cavidades</p>
Localizar a(s) linha(s) de partição do molde	<p><b>Conhecimento:</b> Análise das informações referentes as especificações do molde e leiaute das cavidades. Experiência com relação as próximas atividades.</p> <p><b>Informação:</b> linha de partição</p>
Desenvolver o conjunto macho/cavidade/gavetas	<p><b>Conhecimento:</b> Análise das informações referentes as especificações do molde e atividades anteriores. Experiência com relação as próximas atividades.</p> <p><b>Informação:</b> conjunto macho/cavidade/gavetas</p>
Projetar sistema de alimentação	<p><b>Conhecimento:</b> Análise das informações referentes as especificações do molde e atividades anteriores. Experiência com relação as próximas atividades.</p> <p><b>Informação:</b> sistema de alimentação</p>
Projetar sistema mecânico	<p><b>Conhecimento:</b> Análise das informações referentes as especificações do molde e atividades anteriores. Experiência com relação as próximas atividades.</p> <p><b>Informação:</b> sistema mecânico</p>
Projetar sistema de extração	<p><b>Conhecimento:</b> Análise das informações referentes as especificações do molde e atividades anteriores. Experiência com relação as próximas atividades.</p> <p><b>Informação:</b> sistema de extração</p>
Projetar sistema de refrigeração	<p><b>Conhecimento:</b> Análise das informações referentes as especificações do molde e atividades anteriores. Experiência com relação as próximas atividades.</p> <p><b>Informação:</b> sistema de refrigeração</p>
Projetar sistemas de guia e alinhamento	<p><b>Conhecimento:</b> Análise das informações referentes as especificações do molde e atividades anteriores.</p> <p><b>Informação:</b> sistemas de guia e alinhamento</p>
Projetar sistema de ventilação	<p><b>Conhecimento:</b> Experiência do projetista com a função do sistema de ventilação.</p> <p><b>Informação:</b> sistema de ventilação</p>
Análise da concepção do molde de injeção	<p><b>Conhecimento:</b> análise dos sistemas projetados e princípios de soluções para peças complexas.</p> <p><b>Informação:</b> lista de verificação do projeto</p>

Na Tabela 3.7 são apresentados um repositório de conhecimentos tácito e explícito. Observa-se que o conhecimento tácito em todas as atividades refere-se a experiência do projetista.

Tabela 3.7 - Repositórios dos conhecimentos tácito e explícito nas atividades de projeto conceitual.

<b>Atividade</b>	<b>Repositório do Conhecimento</b>
Definir o leiaute das cavidades	<b>Tácito:</b> Experiência do projetista <b>Explícito:</b> Princípios de solução, livros e interação com os membros da equipe.
Localizar a(s) linha(s) de partição do molde	<b>Tácito:</b> Experiência do projetista <b>Explícito:</b> Princípios de solução, livros e interação com os membros da equipe.
Desenvolver o conjunto macho/cavidade/gavetas	<b>Tácito:</b> Experiência do projetista <b>Explícito:</b> Princípios de solução, livros e interação com os membros da equipe.
Projetar sistema de alimentação	<b>Tácito:</b> Experiência do projetista <b>Explícito:</b> Princípios de solução, livros e interação com os membros da equipe.
Projetar sistema mecânico	<b>Tácito:</b> Experiência do projetista <b>Explícito:</b> Princípios de solução, livros e interação com os membros da equipe.
Projetar sistema de extração	<b>Tácito:</b> Experiência do projetista <b>Explícito:</b> Princípios de solução, livros e interação com os membros da equipe.
Projetar sistema de refrigeração	<b>Tácito:</b> Experiência do projetista <b>Explícito:</b> Princípios de solução, livros e interação com os membros da equipe.
Projetar sistemas de guia e alinhamento	<b>Tácito:</b> Experiência do projetista <b>Explícito:</b> Princípios de solução, livros e interação com os membros da equipe.
Projetar sistema de ventilação	<b>Tácito:</b> Experiência do projetista <b>Explícito:</b> Princípios de solução, livros e interação com os membros da equipe.
Análise da concepção do molde de injeção	<b>Tácito:</b> Experiência do projetista <b>Explícito:</b> Documento de verificação do projeto, livros e interação com os membros da equipe.

Os modos de conversões para a criação do conhecimento organizacional na fase de projeto conceitual são sugeridos na Tabela 3.8. Nota-se que os modos de criação do conhecimento organizacional são comuns nas diferentes atividades. A externalização é

realizada pela documentação dos motivos que levaram o projetista a tomar a devida ação. A combinação se dá pela sistematização dos conhecimentos já explicitados. A internalização está relacionada ao aprendizado pela prática e a socialização se dá através do compartilhamento de experiências sem usar a linguagem.

Tabela 3.8 - Criação do conhecimento organizacional nas atividades do projeto conceitual (continua).

Atividade	Dinâmica do Conhecimento
Definir o leiaute das cavidades	<p><b>Externalização:</b> Documentar os motivos de que levaram o projetista a utilizar determinado leiaute, a analisar determinadas especificações e a cadeia de integração com as próximas atividades</p> <p><b>Combinação:</b> Sistematizar o princípio de solução e ações documentadas</p> <p><b>Internalização:</b> adquirir experiência</p> <p><b>Socialização:</b> observar o projetista</p>
Localizar a(s) linha(s) de partição do molde	<p><b>Externalização:</b> Documentar os motivos de que levaram o projetista a utilizar determinada linha de partição no molde, a analisar determinadas especificações, e a cadeia de integração com as próximas atividades</p> <p><b>Combinação:</b> Sistematizar o princípio de solução e ações documentadas</p> <p><b>Internalização:</b> adquirir experiência</p> <p><b>Socialização:</b> observar o projetista</p>
Desenvolver o conjunto macho/cavidade/gavetas	<p><b>Externalização:</b> Documentar os motivos de que levaram o projetista a utilizar o conjunto macho/cavidade/gavetas, a analisar as determinadas especificações, e a cadeia de integração com as próximas atividades</p> <p><b>Combinação:</b> Sistematizar o princípio de solução e ações documentadas</p> <p><b>Internalização:</b> adquirir experiência</p> <p><b>Socialização:</b> observar o projetista</p>
Projetar sistema de alimentação	<p><b>Externalização:</b> Documentar os motivos de que levaram o projetista a utilizar determinado sistema de alimentação no molde, a analisar as determinadas especificações e a cadeia de integração com as próximas atividades</p> <p><b>Combinação:</b> Sistematizar o princípio de solução e ações documentadas</p> <p><b>Internalização:</b> adquirir experiência</p> <p><b>Socialização:</b> observar o projetista</p>

Tabela 3.8 - Criação do conhecimento organizacional nas atividades do projeto conceitual (continuação).

Atividade	Dinâmica do Conhecimento
Projetar sistema mecânico	<p><b>Externalização:</b> Documentar os motivos de que levaram o projetista a utilizar determinado sistema mecânico no molde, a analisar as determinadas e a cadeia de integração com as próximas atividades</p> <p><b>Combinação:</b> Sistematizar o princípio de solução e ações documentadas</p> <p><b>Internalização:</b> adquirir experiência</p> <p><b>Socialização:</b> observar o projetista</p>
Projetar sistema de extração	<p><b>Externalização:</b> Documentar os motivos de que levaram o projetista a utilizar determinado sistema de extração no molde, a analisar as determinadas especificações e a cadeia de integração com as próximas atividades</p> <p><b>Combinação:</b> Sistematizar o princípio de solução e ações documentadas</p> <p><b>Internalização:</b> adquirir experiência</p> <p><b>Socialização:</b> observar o projetista</p>
Projetar sistema de refrigeração	<p><b>Externalização:</b> Documentar os motivos de que levaram o projetista a utilizar determinado sistema de refrigeração no molde, a analisar as determinadas especificações, e a cadeia de integração com as próximas atividades</p> <p><b>Combinação:</b> Sistematizar o princípio de solução e ações documentadas</p> <p><b>Internalização:</b> adquirir experiência</p> <p><b>Socialização:</b> observar o projetista</p>
Projetar sistemas de guia e alinhamento	<p><b>Externalização:</b> Documentar os motivos de que levaram o projetista a utilizar determinados sistemas de guias e alinhamento no molde, a analisar as determinadas especificações.</p> <p><b>Combinação:</b> Sistematizar o princípio de solução e ações documentadas</p> <p><b>Internalização:</b> adquirir experiência</p> <p><b>Socialização:</b> observar o projetista</p>
Projetar sistema de ventilação	<p><b>Externalização:</b> Documentar os motivos de que levaram o projetista a utilizar determinado sistema de ventilação no molde e a analisar as determinadas especificações</p> <p><b>Combinação:</b> Sistematizar o princípio de solução e ações documentadas</p> <p><b>internalização:</b> adquirir experiência</p> <p><b>Socialização:</b> observar o projetista</p>

### 3.5.3 - O conhecimento na fase de projeto detalhado do molde

Assim como nas demais fases do projeto do molde, será apresentada a gestão do conhecimento na fase de projeto detalhado do molde.

A Tabela 3.9 apresenta a GC na atividade desta fase.

Tabela 3.9 – Gestão do conhecimento na atividade do projeto detalhado.

Atividade	Classes de Conhecimento
Detalhar o molde de injeção	<p><b>Conhecimento:</b> mostrar clareza e simplicidades nos desenhos.</p> <p><b>Informação:</b> Desenhos dos componentes, lista de materiais e componentes</p>
	<b>Repositório do Conhecimento</b>
	<p><b>Tácito:</b> experiência do profissional</p> <p><b>Explícito:</b> Desenhos, livros, apostilas e interação com os membros da equipe.</p>
	<b>Dinâmica do Conhecimento</b>
	<p><b>Externalização:</b> Documentar os motivos que levaram o projetista a fazer os desenhos com tal simplicidade e clarezas na disposição das informações.</p>
	<p><b>Combinação:</b> Sistematizar as ações e ações documentadas</p> <p><b>Internalização:</b> adquirir experiência</p> <p><b>Socialização:</b> observar o profissional</p>

Como as decisões tomadas no processo do projeto do molde são bastante empíricas é necessário que ocorra a externalização do conhecimento tácito em conhecimento explícito. Neste sentido, documentar os motivos das ações tomadas pelos diversos especialistas envolvidos no processo do projeto do molde torna-se uma prática importante para que o conhecimento contido nesses documentos possam ser futuramente utilizados em novos projetos.

### 3.6 - Considerações finais

Um dos aspectos mais importantes desta pesquisa refere-se à experiência dos projetistas das empresas que projetam e fabricam moldes de injeção. A maioria deles tem uma ampla experiência com esse processo e sua formação na maioria das vezes se restringe a nível técnico, isso porque, de acordo com Davenport e Prusak (1998) as

empresas contratam pessoas mais pela experiência do que pela inteligência ou escolaridade porque elas entendem o valor do conhecimento desenvolvido e comprovado ao longo do tempo.

Conforme discutido no capítulo 2, o conhecimento tácito desses projetistas é difícil de reproduzir num documento ou banco de dados, isso porque envolve muito tempo e altos custos e seu resultado pode não sair como o esperado, o que as empresas fazem é contratar jovens funcionários para trabalharem juntos com os projetistas experientes (trabalho do tipo “mestre-aprendiz”).

Outra característica importante é que embora cada molde seja diferente dos anteriormente produzido, as atividades relacionadas ao seu desenvolvimento são semelhantes, como também se observou que os projetistas analisam projetos de moldes de produtos anteriores, a fim de encontrar semelhanças, seja na geometria, nos princípios de solução utilizados ou até mesmo no desempenho obtido.

Isso porque, de acordo com a estimativa de Encarnação et al apud Gao et al. (1998), mais de 90% das atividades de projeto têm como ponto de partida produtos e/ou sistemas semelhantes.

Rezayat (2000) apresenta um estudo onde apenas 20% de um novo projeto representam de novos componentes, sendo o restante alterações ou aproveitamento daquilo existente, buscando adaptar funções e outras alterações que sejam necessárias ao novo produto. Segundo o autor é fundamental registrarem-se não apenas as melhores ou piores práticas, mas a razão que levou os projetistas a adotarem uma ou outra alternativa, fazendo uma análise crítica de sua adequação ao ambiente.

Assim, com base nestas considerações um modelo de GC deverá ter também uma base de acesso a projetos anteriores, a fim de auxiliar os projetistas em novos projetos e é fundamental para as empresas incentivarem a transferência de informações e conhecimentos.

## CAPÍTULO 4

# APRESENTAÇÃO DA PROPOSTA DE MODELO PARA A GESTÃO DO CONHECIMENTO NO PROJETO DE MOLDES DE INJEÇÃO

### 4.1 - Introdução

O presente capítulo tem como principal objetivo apresentar um modelo para a gestão do conhecimento nas três fases que envolvem o projeto de moldes de injeção de componentes termoplásticos.

O modelo é baseado na revisão bibliográfica realizada sobre o processo de desenvolvimento de componentes injetados, as considerações gerais sobre moldes de injeção e seu projeto, os conceitos de gestão do conhecimento (capítulo 2) e na pesquisa sobre o panorama da situação da gestão do conhecimento no processo de desenvolvimento do projeto de moldes de injeção, e o projeto de moldes de injeção e seus conhecimentos (capítulo 3),

### 4.2 - Modelo de gestão do conhecimento no projeto de moldes de injeção

Antes de apresentar o modelo proposto, é necessário fazer alguns comentários sobre o ambiente no qual o processo do projeto de moldes está inserido.

O processo de projeto de moldes de injeção é composto por diferentes etapas, que conforme apresentado no capítulo 3, são organizados em três fases (informacional, conceitual e detalhado), cada fase foi dividida em atividades e cada atividade dividida em tarefas. Para cada atividade é apresentadas ferramentas e documentos de apoio para auxiliar na execução destas atividades.

O processo também envolve o conhecimento de especialistas de diversas áreas técnicas, que influenciam no processo. Na figura 4.1 são mostrados todos esses elementos que envolvem o processo de projeto de moldes de injeção.

A base do processo é a empresa, ou seja, os profissionais que nela atuam, pois eles possuem todo o conhecimento e experiência sobre o processo. As tecnologias e as ferramentas fornecem apenas o suporte e não o conteúdo, ou seja, o fator humano tem ampla importância neste processo.

Assim, um modelo de gestão do conhecimento deve permitir que os conhecimentos e experiências desses profissionais tornem-se disponíveis para todos da organização.

Para que esse processo ocorra é necessário que a empresa crie um ambiente que estimule e cobre dos seus colaboradores uma postura de aprendizagem contínua e faça uma reflexão sobre sua experiência (erros e sucessos do passado).

Conforme apresentado no capítulo 3, a criação do conhecimento organizacional no processo de projeto do molde ocorre através da conversão do conhecimento tácito em

conhecimento explícito, e vice-versa, através de quatro padrões de conversões básicas: externalização, combinação, internalização e socialização.

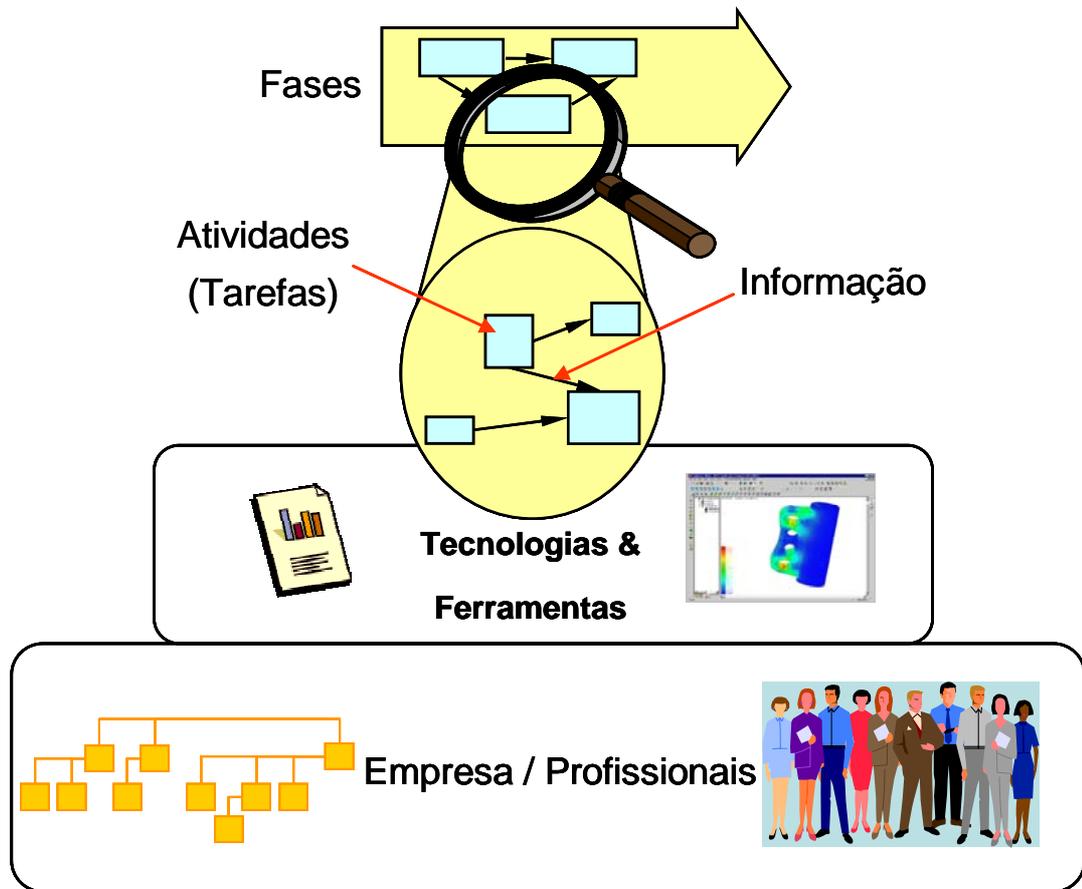


Figura 4.1 - Elementos do processo de projeto do molde.

No sentido de reter e disponibilizar esse conhecimento organizacional é recomendável a utilização de modelos da gestão do conhecimento, conforme mostrado na figura 4.2.

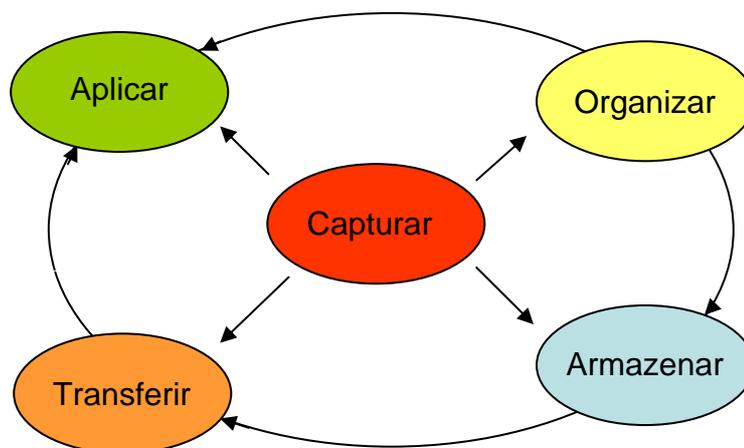


Figura 4.2 - Processo de GC no projeto de moldes de injeção.

A **captura** identifica e extrai o conhecimento de sua fonte (equipe de projeto do molde, cliente e responsáveis pela fabricação do molde), ou seja, tornar o conhecimento desses

especialistas explícito através de documentos. Assim, o modelo propõe documentar principalmente os motivos que levaram o projetista a tomar determinada ação no projeto do molde.

A **organização** se refere a formalizar o conhecimento existente e capturado.

O processo de **armazenamento** ocorre por meio da representação do conhecimento em formatos que o torne acessível para aqueles que precisam dele. Para este processo propõe-se que o conhecimento capturado e organizado seja armazenado.

A **transferência** se dá através da distribuição do conhecimento, para que dentro de uma organização as informações e experiências isoladas possam ser usadas por toda a empresa. No modelo proposto o conhecimento registrado nos processos anteriores deve ser repassado para as pessoas envolvidas no processo do projeto do molde.

O conhecimento registrado não terá valor se não for aplicado, assim o processo de **aplicação** envolve o uso deste conhecimento para tomar novas decisões, resolver problemas e auxiliar em novos projetos.

Para que ocorra esse processo de captura, organização, armazenamento, transferência e aplicação no conhecimento no processo de projeto de moldes, propõem-se que sejam realizadas tarefas relacionadas a gestão do conhecimento nas fases de projeto informacional, conceitual e detalhado do molde.

Os próximos tópicos irão detalhar como ocorre esse processo em específico a cada fase do projeto do molde.

#### **4.3 - Gestão do conhecimento no projeto informacional**

Na fase de projeto informacional o projetista (responsável pelo desenvolvimento do projeto do molde) colhe as informações dos demais especialistas envolvidos com o desenvolvimento do molde (responsável pelo projeto do produto, responsável pela injeção do produto, responsáveis pela fabricação do molde, etc.). Estas informações coletadas, juntamente com o seu conhecimento, são transformadas em especificações de projeto, que auxiliam o projetista na concepção do molde. Ou seja, os projetistas levantam informações provenientes dos conhecimentos de especialistas de diversas áreas, que precisam ser reunidas, preparadas e manipuladas e, juntamente com o seu conhecimento, são transformadas em bases para a escolha de soluções para as funções do molde (por exemplo, definir qual o tipo de sistema de alimentação, extração, etc. que o molde deverá ter).

Diante disto, um modelo de gestão do conhecimento para a fase de projeto informacional deve capturar essas informações que serão transformadas em especificações do molde, bem como os conhecimentos dos diversos especialistas envolvidos com o projeto,

como o que os levaram a tomar determinada ação, e transformar o conhecimento tácito em explícito e vice-versa, através do processo apresentado na figura 4.2.

Na Tabela 4.1 são apresentadas as informações e conhecimentos a serem capturados em cada atividade da fase de projeto informacional.

Tabela 4.1 - Informações e conhecimentos a serem capturados em cada fase do projeto informacional do molde

<b>Atividades da fase de projeto informacional</b>	<b>Informações e conhecimentos a serem capturados</b>
Preparar informações do projeto do molde	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Quais foram às informações analisadas inicialmente e porque elas foram analisadas.</li> </ul>
Identificar requisitos do cliente	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Quais foram os motivos que levaram o especialista a determinar certa característica do molde (ex. a máquina injetora a ser utilizada, o número de cavidades, etc).</li> </ul>
Definir as restrições do molde	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Quais foram às informações analisadas (referentes ao produto, material plástico e máquina injetora) e porque elas foram analisadas.</li> </ul>
Definir especificações do molde	Os motivos que levaram o projetista a escolher determinado sistema do molde (ex. tipo de sistema de alimentação, extração, etc).

Na primeira atividade da fase de projeto informacional - Preparar informações do projeto do molde - as informações analisadas inicialmente devem ser documentadas como também os motivos que levaram o projetista a analisar determinada informação.

A atividade seguinte - Identificar requisitos do cliente - envolve além do projetista, o cliente (responsável pelo produto) e o responsável pela injeção. Nesta atividade deverão ser capturadas principalmente as decisões tomadas, por exemplo, como foi definida a máquina injetora a ser utilizada, o material plástico a ser utilizado, o número de cavidades que o molde deverá ter, etc. Caso o projetista tenha sugerido alguma modificação no produto para o cliente, esta informação também deverá ser documentada.

Na atividade de definir as restrições do molde, deverão ser capturadas as informações referentes às características da máquina injetora, do material plástico e do produto que foram analisadas e os motivos que levaram o projetista a analisar estas informações e as decisões tomadas.

Na última atividade da fase de projeto informacional - Definir especificações do molde – deverão ser capturados quais as soluções a serem adotadas e os motivos desta escolha.

Para que seja realizado esse processo de captura de informações e conhecimentos, ao final de cada atividade da fase de projeto informacional será inserida uma nova tarefa denominada “Documentar informações analisadas e decisões tomadas”. A Tabela 4.2

apresenta as ferramentas para auxiliar na realização destas tarefas em cada atividade da fase de projeto informacional do molde.

Tabela 4.2 - Ferramentas de captura das informações e conhecimentos nas atividades da fase de projeto informacional.

Atividades da fase de projeto informacional	Ferramentas de captura de informações e conhecimentos
Tarefa de “Documentar as informações analisadas e decisões tomadas” na atividade de “ <i>Preparar informações do projeto do molde</i> ” (ver figura F.1 do apêndice F).	Formulário de Gestão do Conhecimento na preparação de informações do projeto do molde (ver figura F.2 do apêndice F).
Tarefa de “Documentar as informações analisadas e decisões tomadas” na atividade de “ <i>Identificar requisitos do cliente</i> ” (ver figura F.3 do apêndice F).	Formulário de Gestão do Conhecimento na identificação dos requisitos do cliente do molde (ver figura F.4 do apêndice F).
Tarefa de “Documentar as informações analisadas e decisões tomadas” na atividade de “ <i>Definir as restrições do molde</i> ” (ver figura F.5 do apêndice F).	Formulário de Gestão do Conhecimento na definição das restrições do molde (ver figura F.6 do apêndice F).
Tarefa de “Documentar as informações analisadas e decisões tomadas” na atividade de “ <i>Definir especificações do molde</i> ” (ver figura F.7 do apêndice F).	Formulário de Gestão do Conhecimento na definição das especificações do molde (ver figura F.8 do apêndice F).

Para realizar a captura das informações e conhecimentos (conforme descritos na Tabela 4.2) em cada tarefa de documentar as informações analisadas e decisões tomadas nas atividades da fase do projeto conceitual do molde, foi proposta a utilização de ferramentas denominadas de “Formulários de Gestão do Conhecimento”.

O “Formulário de GC na atividade de preparar informações do projeto do molde” é composto por:

- Informações analisadas do produto a ser injetado - o projetista ao realizar a tarefa de avaliar o produto a ser injetado poderá identificar alguma característica que poderá gerar uma solução mais complexa ou inusitada, assim ele deverá descrever esta característica e como ela poderá interferir no projeto.
- Informações analisadas sobre o planejamento da ferramentaria - o projetista também deverá descrever quais foram as tecnologias disponíveis e necessárias analisadas (como por exemplo: os projetos em andamento na ferramentaria, os equipamentos disponíveis para a fabricação do molde, etc.) e explicar como essas informações poderão influenciar no novo projeto a ser executado.
- Informações sobre moldes similares - ao levantar informações de moldes similares, o projetista deverá descrever (identificar) quais moldes foram analisados e explicar como eles poderão auxiliar no novo projeto (por exemplo, as soluções adotadas para as funções do

molde poderão servir de base para o novo projeto, pois as geometrias dos produtos são semelhantes).

- Informações sobre normas e padrões - o projetista deverá também descrever quais normas e padrões foram analisadas e explicar também como essas informações poderão interferir no novo projeto a ser executado. Por exemplo, o projetista poderá utilizar a norma DIN e ABNT na concepção do projeto do mesmo molde, pois pode ocorrer de alguma norma não atender a necessidade do projeto e assim, busca-se uma norma complementar.

O “Formulário de GC na atividade de identificar os requisitos do cliente do molde” compreende a identificação dos responsáveis pela definição dos seguintes itens:

- Máquina injetora a ser utilizada;
- Material plástico a ser utilizado;
- Número de cavidades que o molde deverá ter.

E a descrição dos motivos que levaram o especialista a fazer determinada escolha. Caso foi realizado alguma modificação no produto a ser injetado, o formulário também compreende a descrição do mesmo.

O “Formulário de GC na definição das restrições do molde” é composto pela identificação das características da máquina injetora analisadas, das características do material plástico analisado e das características do produto analisadas e seus respectivos motivos de análise.

Por fim, o “Formulário GC na definição das especificações do molde” envolve a descrição das possíveis soluções para os sistemas de injeção, refrigeração e extração com suas respectivas justificativas. O formulário compreende também a descrição de como será a cavidade do molde e seu material, como também se o molde terá algum elemento móvel.

É importante salientar que os formulários podem conter informações que não foram analisadas ou algumas informações que não constam nos formulários podem ter sido analisadas, neste último caso as mesmas deverão ser registradas.

Estes formulários e as representações das tarefas de “Documentar informações analisadas e decisões tomadas” inseridas nas atividades da fase de projeto informacional estão detalhadas no Apêndice F.

Finalizado o processo de captura das informações e conhecimentos, as mesmas deverão ser organizadas, armazenadas, transferidas e aplicadas. Para que esse processo se realize propõe-se a inserção de uma atividade denominada de “Documentar as informações analisadas e decisões tomadas”, conforme apresentado na figura 4.3.

Na figura 4.4 são apresentadas as tarefas da atividade de “Documentar as informações analisadas e decisões tomadas”.

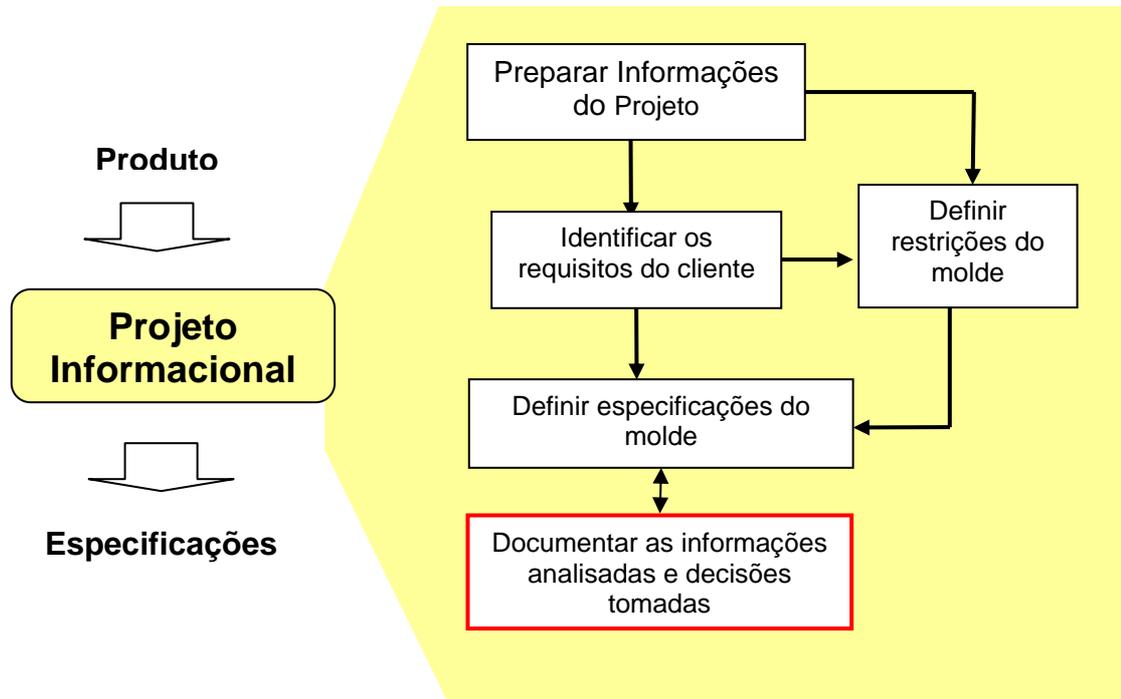


Figura 4.3 - Atividades da fase de projeto informacional do molde de injeção.

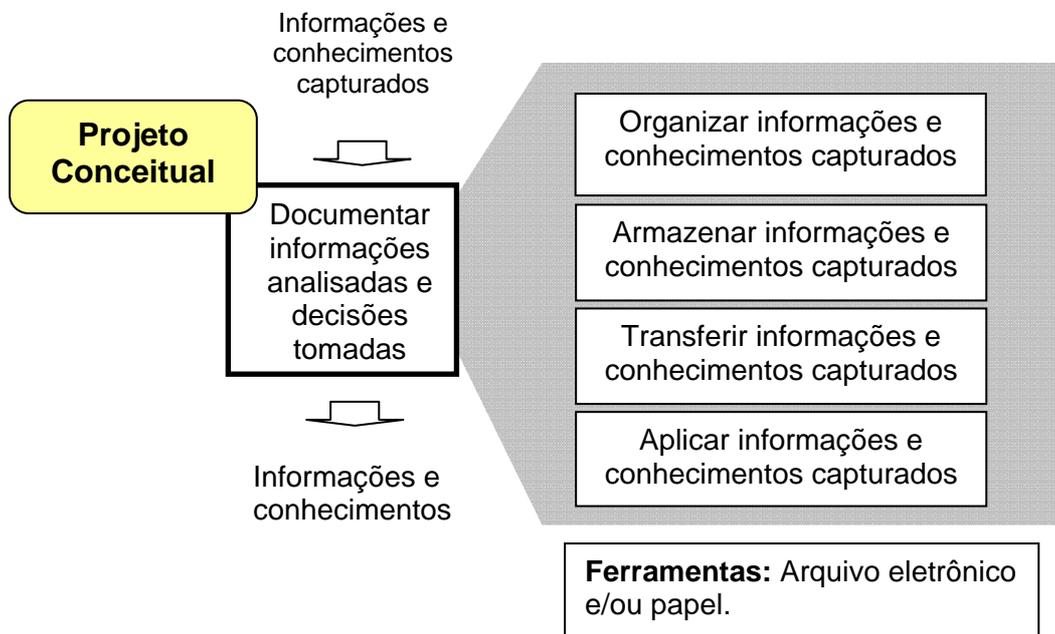


Figura 4.4 - Tarefas da atividade de documentar as informações analisadas e decisões tomadas.

Na Tabela 4.3, é apresentada como cada tarefa da atividade de documentar as informações analisadas e decisões tomadas em cada atividade da fase de projeto informacional do molde é realizada.

Tabela 4.3 - Tarefas da atividade de documentar as informações analisadas e decisões tomadas

Tarefas da atividade de “Documentar as informações analisadas e decisões tomadas”			
Organizar	Armazenar	Transferir	Aplicar
Reunir os formulários de gestão do conhecimento de todas as atividades da fase de projeto Informacional.	Arquivar em papel ou meio eletrônico.	Através da Intranet ou CD-ROM ou ambiente colaborativo.	No projeto em desenvolvimento e em novos projetos.

Após a captura das informações e conhecimentos através da realização das tarefas de documentar as informações analisadas e decisões tomadas em cada atividade da fase de projeto informacional com o auxílio dos formulários, estas informações e conhecimentos capturados devem ser reunidos (organizadas), armazenadas através de arquivos em papel ou meio eletrônico, disponibilizadas através da intranet, ambientes colaborativos, etc. A aplicação destas informações e conhecimentos capturados ocorre na execução de novos projetos e nas atividades da fase de projeto conceitual.

#### 4.4 - Gestão do conhecimento no projeto conceitual

Determinadas as especificações do projeto, a próxima fase é a de gerar soluções que sejam capazes de atender a estas especificações concebidas na fase anterior.

Para alcançar seu objetivo, no projeto conceitual é utilizada a divisão das funções, ou seja, o molde é desdobrado em várias funções (alimentar o molde, refrigerar, extrair o produto, etc.) e sub-funções (por exemplo, refrigerar molde pode ser subdividido em refrigerar cavidade, refrigerar macho, refrigerar canal de alimentação, etc.) a seguir, soluções são pesquisadas para cada uma das funções do molde, para então estas soluções formarem a concepção do molde. Lembrando que as soluções encontradas para cada função do molde interagem entre si, por exemplo, as interações existentes entre os sistemas de extração, refrigeração e alimentação.

Neste contexto, um sistema de gestão do conhecimento para a fase de projeto conceitual do molde deve registrar as lições aprendidas, ou seja, registrar os novos conhecimentos gerados e aprimoradas durante o desenvolvimento do projeto (ex. as soluções encontradas para as funções do molde). É fundamental também que além de se

registrar as melhores ou piores práticas, se registrem também a razão que levou os projetistas a adotarem uma ou outra alternativa. Após realizar o registro (captura) dessas informações e conhecimentos, as mesmas devem ser organizadas, armazenadas, transferidas e aplicadas.

Diante disto, na Tabela 4.4 são apresentadas quais informações e conhecimentos devem ser capturados em cada atividade da fase de projeto conceitual do molde.

Tabela 4.4 - Informações e conhecimentos a serem capturados em cada fase do projeto conceitual do molde

Atividades da fase de projeto conceitual	Informações e conhecimentos a serem capturados
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Definir o leiaute das cavidades</li> <li>• Localizar a(s) linha(s) de partição</li> <li>• Desenvolver o conjunto macho/cavidade/gaveta</li> <li>• Projetar sistema de alimentação</li> <li>• Projetar sistema mecânico</li> <li>• Projetar sistema de extração</li> <li>• Projetar sistema de refrigeração</li> <li>• Projetar sistemas de guia e alinhamento</li> <li>• Projetar sistema de ventilação</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Quais foram às especificações analisadas e porque elas foram analisadas.</li> <li>• Quais foram os demais sistemas do molde que interagiram com a atividade projetada e como as mesmas interagiram.</li> <li>• Os motivos que levaram o projetista a utilizar determinado sistema.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Análise da concepção do molde</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Registrar se houve algum problema com as atividades anteriores.</li> <li>• Registrar também como o problema foi solucionado</li> </ul>

Note que para as principais atividades da fase de projeto conceitual (definir o leiaute das cavidades, localizar a linha de partição do molde, desenvolver o conjunto machos/cavidades/gavetas, projetar os sistemas de alimentação, mecânico, extração, refrigeração, ventilação, guias e alinhamento) devem ser capturados os motivos que levaram os projetistas a escolherem aquela solução para o determinado sistema. Ou seja, os projetistas devem descrever e justificar quais foram as especificações analisadas para definir determinado sistema do molde, em seguida eles devem também descrever e justificar quais foram os demais sistemas do molde que interagiram com a atividade projetada e por último os projetistas devem descrever a solução adotada e justificar o motivo desta escolha.

Na última atividade da fase de projeto conceitual - análise da concepção do molde de injeção - deve-se registrar se houve algum problema com as atividades anteriores, caso tenha ocorrido, deve-se capturar também como o problema foi solucionado.

Para que ocorra o processo de capturar as informações e conhecimentos em cada fase da atividade de projeto conceitual do molde, no final de cada atividade será inserida uma tarefa denominada "Documentar especificações e interações analisadas e decisões

tomadas”. A Tabela 4.5 apresenta as ferramentas para auxiliar na realização destas tarefas em cada atividade da fase de projeto conceitual do molde.

Tabela 4.5 - Ferramentas de captura das informações e conhecimentos nas atividades da fase de projeto conceitual.

Atividades da fase de projeto conceitual	Ferramentas de captura de informações e conhecimentos
Tarefa de “Documentar especificações e interações analisadas e decisões tomadas” na atividade de “ <i>Definir o leiaute das cavidades</i> ” (ver figura G.1 do apêndice G).	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Formulário para documentar as especificações e interações analisadas e decisões tomadas na atividade de definir o leiaute das cavidades (ver figura G.2 do apêndice G).</li> </ul>
Tarefa de “Documentar especificações e interações analisadas e decisões tomadas” na atividade de “ <i>Localizar a(s) linha(s) de partição</i> ” (ver figura G.3 do apêndice G).	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Formulário para documentar as especificações e interações analisadas e decisões tomadas na atividade de localizar as linhas de partição (ver figura G.4 do apêndice G).</li> </ul>
Tarefa de “Documentar especificações e interações analisadas e decisões tomadas” na atividade de “ <i>Desenvolver o conjunto macho/cavidade/gavetas</i> ” (ver figura G.5 do apêndice G).	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Formulário para documentar as especificações e interações analisadas e decisões tomadas na atividade de desenvolver o conjunto (ver figura G.6. do apêndice G).</li> </ul>
Tarefa de “Documentar especificações e interações analisadas e decisões tomadas” na atividade de “ <i>Projetar sistema de alimentação</i> ” (ver figura G.7 do apêndice G).	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Formulário para documentar as especificações e interações analisadas e decisões tomadas na atividade de projetar o sistema de alimentação (ver figura G.8 do apêndice G).</li> </ul>
Tarefa de “Documentar especificações e interações analisadas e decisões tomadas” na atividade de “ <i>Projetar sistema mecânico</i> ” (ver figura G.9 do apêndice G).	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Formulário para documentar as especificações e interações analisadas e decisões tomadas na atividade de projetar o sistema mecânico (ver figura G.10 do apêndice G).</li> </ul>
Tarefa de “Documentar especificações e interações analisadas e decisões tomadas” na atividade de “ <i>Projetar sistema de extração</i> ” (ver figura G.11 do apêndice G).	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Formulário para documentar as especificações e interações analisadas e decisões tomadas na atividade de projetar o sistema de extração (ver figura G.12 do apêndice G).</li> </ul>
Tarefa de “Documentar especificações e interações analisadas e decisões tomadas” na atividade de “ <i>Projetar sistema de refrigeração</i> ” (ver figura G.13 do apêndice G).	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Formulário para documentar as especificações e interações analisadas e decisões tomadas na atividade de projetar o sistema de refrigeração (ver figura G.14 do apêndice G).</li> </ul>
Tarefa de “Documentar especificações e interações analisadas e decisões tomadas” na atividade de “ <i>Projetar sistemas de guia e alinhamento</i> ” (ver figura G.15 do apêndice G).	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Formulário para documentar as especificações e interações analisadas e decisões tomadas na atividade de projetar o sistema de guias e alinhamento (ver figura G.16 do apêndice G).</li> </ul>
Tarefa de “Documentar especificações e interações analisadas e decisões tomadas” na atividade de “ <i>Projetar sistema de ventilação</i> ” (ver figura G.17 do apêndice G).	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Formulário para documentar as especificações e interações analisadas e decisões tomadas na atividade de projetar o sistema de ventilação (ver figura G.18 do apêndice G).</li> </ul>
Tarefa de “Documentar especificações e interações analisadas e decisões tomadas” na atividade de “ <i>Análise da concepção do molde</i> ” (ver figuras G.1, G.3, G.5, G.7, G.9, G.11, G.13, G.15, G.17 do apêndice G).	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Formulário para documentar problemas ocorridos nas atividades anteriores (ver figuras G.2, G.4, G.6, G.8, G.10, G.12, G.14, G.16, G.18 do apêndice G).</li> </ul>

Assim, para realizar a captura das informações e conhecimentos (conforme descritos na Tabela 4.5) em cada atividade da fase do projeto conceitual do molde, propõe-se a utilização de ferramentas denominadas de “Formulários de Gestão do Conhecimento”.

Estes formulários compreendem a descrição das especificações analisadas, a descrição das atividades que interagem com o sistema a ser projetado e a descrição do sistema a ser utilizado com suas respectivas justificativas.

Na última atividade da fase do projeto conceitual - análise da concepção do molde de injeção - a tarefa de documentar as informações e interações analisadas e decisões tomadas devem permitir que os projetistas registrem se houve algum problema com as atividades anteriores, caso tenha ocorrido, deve-se registrar também como o problema foi solucionado. Para isso, no final de cada formulário de gestão do conhecimento existe um campo para registrar estas informações.

Estas ferramentas juntamente com as representações das tarefas de “Documentar especificações e interações analisadas e decisões tomadas” inseridas nas atividades da fase de projeto conceitual estão detalhadas no Apêndice G.

Como em um sistema de gestão do conhecimento a mera captura das informações e conhecimentos não é suficiente, é necessário que os mesmos sejam organizados, armazenados, disponibilizados e aplicados.

Para que este processo ocorra, é recomendável que se insira mais uma atividade na fase de projeto conceitual, conforme é ilustrado na figura 4.5.

A figura 4.6 apresenta as tarefas da atividade de “Documentar as decisões tomadas e registrar as lições aprendidas”.

Na Tabela 4.6, apresenta-se como é realizada cada tarefa da atividade de documentar as decisões tomadas e registrar as lições aprendidas em cada atividade da fase de projeto conceitual do molde.

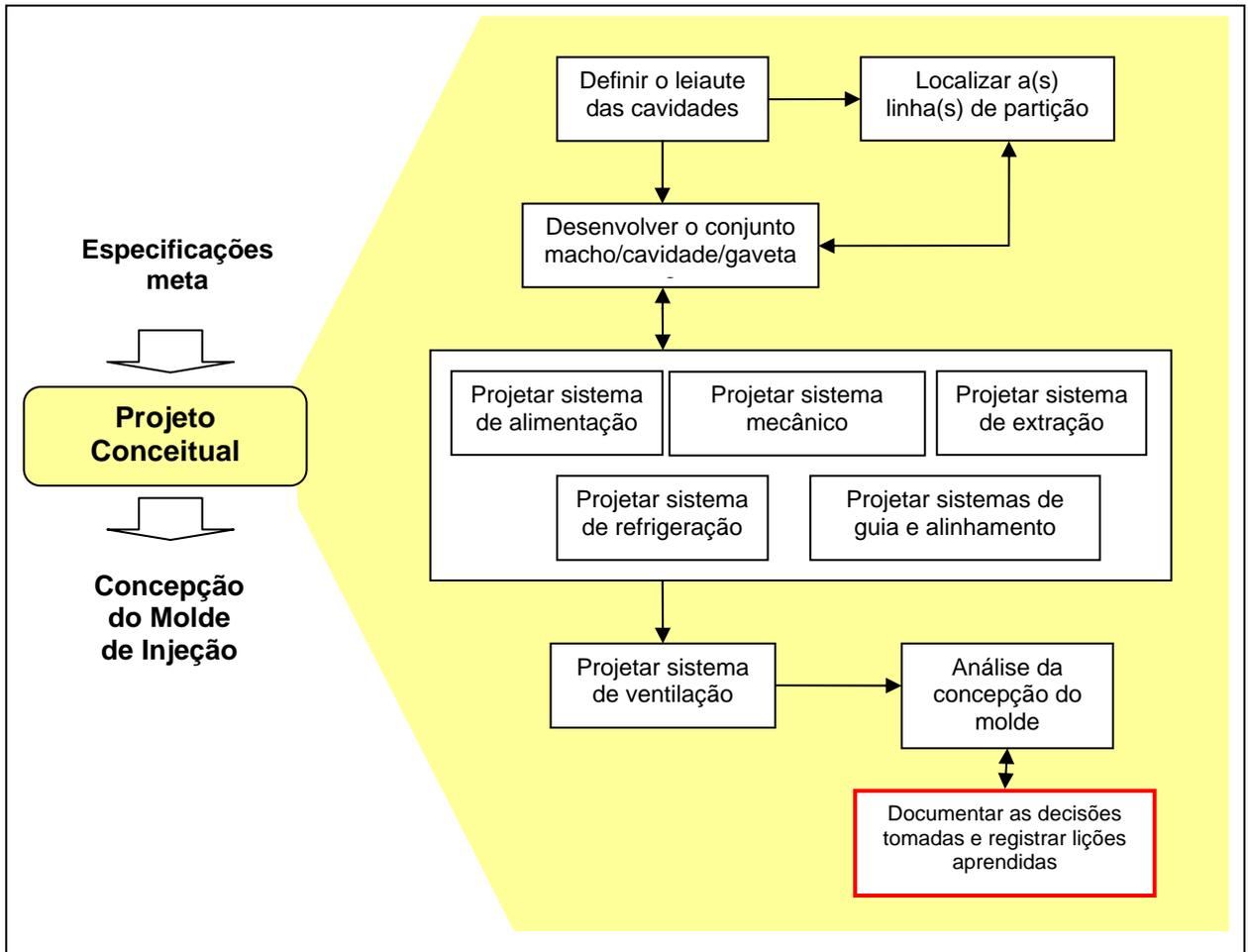


Figura 4.5 - Atividades da fase de projeto conceitual.

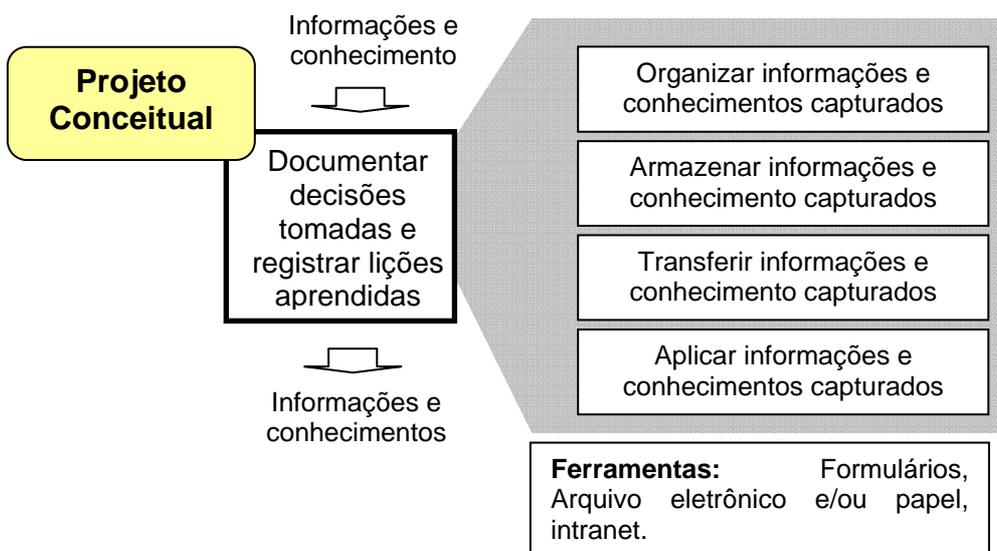


Figura 4.6 - Tarefas da atividade de documentar as decisões tomadas e registrar as lições aprendidas.

Tabela 4.6 - Tarefas da atividade de documentar as decisões tomadas registrar as lições aprendidas

<b>Tarefas da atividade de “Documentar as decisões tomadas registrar as lições aprendidas”.</b>			
<b>Organizar informações e conhecimentos capturados</b>	<b>Armazenar informações e conhecimentos capturados</b>	<b>Transferir informações e conhecimentos capturados</b>	<b>Aplicar informações e conhecimentos capturados</b>
Reunir os formulários de gestão do conhecimento de todas as atividades da fase de projeto conceitual.	Arquivar em papel ou meio eletrônico	Através da Intranet ou CD-ROM ou ambiente colaborativo.	No projeto em desenvolvimento e em novos projetos.

Após a captura das informações e conhecimentos em cada atividade da fase de projeto conceitual através dos formulários, os mesmos deverão ser reunidos e armazenados por meio de arquivos em papel ou eletrônicos. Também deverão ser disponibilizados (transferidos) através de intranet, ambientes colaborativos, CD-ROM, etc. para todos profissionais envolvidos com o projeto do molde (equipe de projeto, cliente, equipe de planejamento do processo de fabricação do molde e profissionais responsáveis pela fabricação do molde)

Por fim, propõe-se que estas informações e conhecimentos sejam aplicados no projeto em desenvolvimento (ex. tirar alguma dúvida do projeto) ou em novos projetos (ex. na elaboração de orçamentos para novos moldes ou na busca por princípios de soluções para novos projetos).

Contudo, esta atividade “documentar as decisões tomadas e registrar as lições aprendidas” não encerra no momento que o projeto do molde foi finalizado. Durante a fabricação do mesmo poderão ocorrer problemas e estes deverão ser documentados, como também se houver problemas durante o teste do molde e o início da produção estas informações também devem ser documentadas. Isso é importante para que no futuro não ocorram problemas semelhantes.

#### **4.5 - Gestão do conhecimento no projeto detalhado**

Nesta fase as formas geométricas, dimensões, tolerâncias, materiais do molde e todas as suas partes individuais são completamente especificadas e expostas em desenhos de montagem, desenhos de detalhes e listas de peças (tudo o que será fabricado na ferramentaria) e lista de materiais (itens a serem comprados, ex. parafusos, pinos de extração, etc.) decidir por fazer ou comprar.

Como a atividade central dessa fase é o detalhamento do molde, um modelo de gestão do conhecimento deve capturar os motivos das decisões por fazer ou comprar determinado

componente do molde, deve capturar também quais foram os motivos que levaram o responsável por esta atividade a realizar o detalhamento do molde desta maneira (ex. normas, melhores práticas, etc.), organizar estas informações e conhecimentos através de documentos, armazená-las, transferi-las e aplicá-las.

A fim de capturar as decisões tomadas propõe-se a inserção de uma tarefa denominada de “Documentar as decisões tomadas” na atividade de detalhar os componentes do molde, conforme figura 4.7.

Para auxiliar na execução desta tarefa, propõe-se o emprego da ferramenta denominada “Formulário de GC na fase de projeto detalhado”, o qual é composto pelas fichas de itens a serem fabricados e itens a serem comprados, e também as normas e/ou melhores práticas usadas no detalhamento do molde, conforme apresentado no Apêndice H.

A fim de organizar, armazenar, transferir e aplicar esses conhecimentos capturados na tarefa de documentar as decisões tomadas recomenda-se inserir uma atividade na fase de projeto detalhado, denominada “Documentar as decisões tomadas e registrar lições aprendidas”.

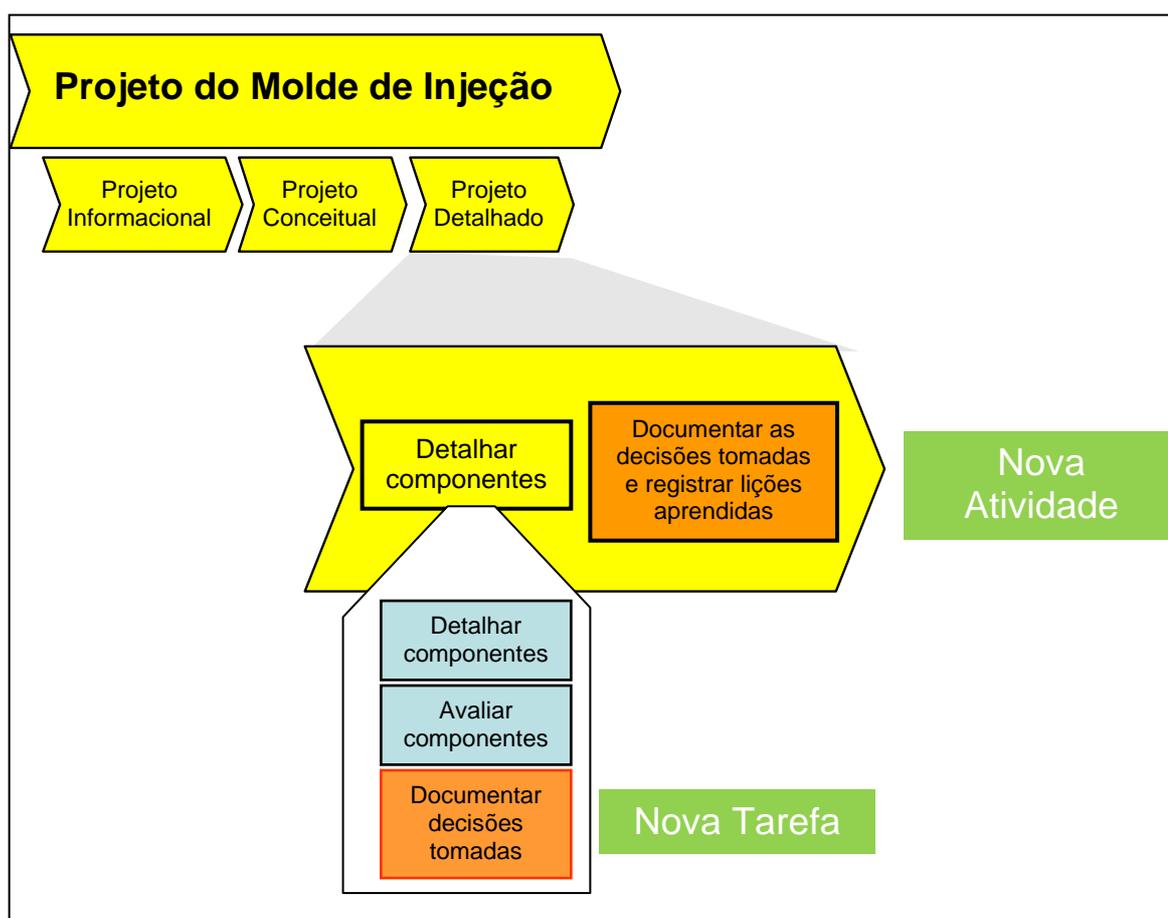


Figura 4.7 – Atividades e tarefas da fase de projeto detalhado.

Assim, estas informações e conhecimentos capturados deverão ser organizados através de documentos, armazenados por meio de arquivos (papel ou eletrônico), disponibilizados através da intranet, arquivos, ambientes colaborativos, etc. e aplicados nas fases seguintes (planejamento do processo de fabricação do molde e fabricação do molde) e também poderão ser aplicados em novos projetos.

#### **4.6 - Considerações finais**

Neste capítulo foi apresentado o modelo proposto que contribuirá para a GC no processo de projeto de moldes, através da captura, armazenagem, transferência e aplicação de conhecimentos, informação e experiências; e também contribuirá para uma maior qualidade no processo e redução do tempo de desenvolvimento, pois quando o processo de GC é realizado de maneira eficiente os erros não são repetidos e principalmente a empresa aprende.

Observando problemas conhecidos em novos projetos os projetistas poderão consultar os conhecimentos armazenados e poderão responder de maneira adequada ao novo problema.

O modelo apresentado neste capítulo será avaliado por projetistas das empresas do setor e por especialistas da área e apresentado no próximo capítulo.

## **CAPÍTULO 5**

### **AVALIAÇÃO DO MODELO DE GC PARA O PROJETO DE MOLDES DE INJEÇÃO**

#### **5.1 - Introdução**

Neste capítulo é apresentado o processo de avaliação do modelo de gestão do conhecimento para o projeto de moldes de injeção, proposto no capítulo anterior e os resultados obtidos com tal avaliação.

Para avaliação do modelo foi elaborado um documento contendo uma descrição geral e resumida do modelo, que foi encaminhado para profissionais que atuam em empresas que projetam e fabricam moldes de injeção de produtos termoplásticos, para profissionais que trabalham como projetistas autônomos e para especialistas da área. Juntamente com esse documento, foi enviado um questionário, onde os avaliadores expressaram opiniões a respeito do modelo, considerando as opções de resposta prescritas.

Assim, o presente capítulo está estruturado em dois itens principais que são os procedimentos de avaliação e a análise dos resultados.

#### **5.2 - Procedimentos de avaliação**

Com o objetivo de avaliar o modelo proposto, optou-se por adotar os seguintes procedimentos: (a) apresentação ou submissão do modelo em algumas empresas, com posterior preenchimento de questionário de avaliação pelos participantes. (b) apresentação ou submissão do modelo a alguns especialistas, para emitirem pareceres conforme questionário de avaliação sugerido.

O questionário foi elaborado com 5 critérios. Esses critérios foram baseados nos propostos por Vernadat (1996) citado por Romano (2003).

Os critérios avaliados foram:

- Clareza: capacidade de o modelo ser facilmente entendido.
- Abrangência: relacionado às áreas do conhecimento envolvidas, isto é, verificar se o modelo é relevante somente para uma disciplina ou se pode ser usado para solucionar problemas de várias disciplinas.
- Aplicação: um modelo não pode ter um foco muito específico e deve suportar uma grande amplitude de aplicações, de modo a permitir uma avaliação da extensão de utilização do modelo.
- Conteúdo: relacionado à capacidade do modelo conter toda a informação necessária para resolver o problema proposto.

- Benefícios: relacionado a avaliar alguns objetivos apresentados no início da dissertação (baseado na proposta sugerida por SACCHELLI, 2007).

Na tabela 5.1 são apresentadas as questões formuladas, que foram baseadas nestes critérios.

Tabela 5.1 - Questões relacionadas aos critérios de avaliações

<b>Critério</b>	<b>Questões</b>
Clareza e objetividade	<b>Q.1.</b> O modelo apresenta-se de forma clara e objetiva quanto as atividades e tarefas para que ocorra o processo de gestão do conhecimento no processo de projeto de moldes?
Abrangência	<b>Q.2.</b> O modelo inclui as áreas de conhecimento necessárias para o desenvolvimento de projeto de moldes de injeção?
Aplicação	<b>Q.3.</b> O modelo proposto apresenta potencial para ser utilizado e aplicado efetivamente na sua empresa?
Conteúdo	<b>Q.4.</b> O modelo possui conteúdo suficiente para realizar a captura dos conhecimentos e informações que envolvem o projeto de moldes de injeção?
	<b>Q.5.</b> O modelo possui conteúdo suficiente para formalizar os conhecimentos e informações existentes e capturados?
	<b>Q.6.</b> O modelo possui conteúdo suficiente para realizar o armazenamento dos conhecimentos e informações capturados e organizados?
	<b>Q.7.</b> O modelo possui conteúdo suficiente para realizar a transferência de conhecimentos para as pessoas envolvidas no processo do projeto do molde?
Benefícios	<b>Q.8.</b> O modelo possui conteúdo suficiente para realizar a aplicação de conhecimentos em novos projetos de moldes de injeção?
	<b>Q.9.</b> O modelo poderá auxiliar no controle da qualidade no processo de desenvolvimento do projeto de moldes?
	<b>Q.10.</b> O modelo poderá auxiliar a compartilhar conhecimentos na empresa?
	<b>Q.11.</b> O modelo poderá auxiliar na redução do tempo de desenvolvimento do projeto do molde?
	<b>Q.12.</b> O modelo poderá auxiliar as empresas a registrarem as lições aprendidas durante o desenvolvimento do projeto do molde?

Baseado no modelo proposto por Romano (2003) para cada questão foi estabelecido um conjunto de cinco respostas possíveis, as quais foram atribuídos os seguintes pesos.

- 0 (zero): não atende ao critério.
- 1 (um): atende em poucos aspectos ao critério.
- 2 (dois): atende parcialmente ao critério.
- 3 (três): atende em muitos aspectos ao critério.
- 4 (quatro): atende totalmente ao critério (peso máximo).

As questões acima, juntamente com o modelo proposto para a gestão do conhecimento no processo de projeto de moldes de injeção, foram apresentadas para projetistas que trabalham em empresas que desenvolvem moldes para injetar peças plásticas (Avaliadores

1, 2 e 5), e também foi apresentada para um projetista autônomo (Avaliador 3). O material foi enviado para um profissional que atua como projetista autônomo (Avaliador 4).

O trabalho também foi enviado para um especialista (avaliador 6) e apresentado para quatro especialistas (avaliadores 7, 8, 9 e 10).

Ao todo participaram 10 profissionais, cujo perfil é apresentado na tabela 5.2

Tabela 5.2 - Perfil dos profissionais das empresas que avaliaram a proposta.

	Avaliador	Perfil do avaliador
Projetistas	01	Técnico em mecânica. Trabalha como projetista de moldes de injeção a mais de 30 anos.
	02	Tecnólogo em Automação Industrial e técnico em mecânica. Trabalha como projetista de moldes de injeção a 10 anos.
	03	Pós-graduado em engenharia de produção. Trabalha como projetista de moldes de injeção e moldes de sopro a mais de 30 anos.
	04	Tecnólogo em mecânica ênfase em fabricação. Trabalha como projetista de moldes de injeção a 28 anos.
	05	Tecnólogo em Mecânica ênfase em Fabricação. Trabalha como projetista de moldes a 4 anos.
Especialistas	06	Graduado em Engenharia Elétrica, mestre em Tecnologia / Inovação Tecnológica e doutorando em Engenharia Mecânica na UFSC. Pesquisador da UTFPR e do IFM. Atua principalmente nos seguintes temas: Gestão do Conhecimento; Engenharia de Produto e Processo; Tecnologia de Informação e de Comunicação.
	07	Graduado em Design e mestrando em Engenharia Mecânica na UFSC. Professor das disciplinas de projeto de moldes há 14 anos, atuou também 3 anos como projetista de moldes para elastômeros.
	08	Engenheiro de produção mecânica, mestre em engenharia de produção mecânica pela UNIMEP e doutor em engenharia mecânica pela EESC-USP. Atua e coordena diversos projetos de pesquisa envolvendo fabricação de moldes e matrizes.
	09	Engenheiro mecânico, mestre em engenharia de materiais pela UDESC e doutor em engenharia mecânica pela UFSC. Atua na área de desenvolvimento de moldes de injeção. Foi professor de disciplinas de desenvolvimento de moldes e matrizes.
	10	Engenheiro Mecânico, mestre em Engenharia de Materiais pela UDESC e doutorando em engenharia de materiais na UFSC. Professor das disciplinas de projeto de moldes e ferramentas de estampo.

### 5.3 - Análise dos resultados obtidos

Baseado na avaliação sugerida por Montanha Jr. (2004), na análise dos resultados da avaliação do modelo de gestão do conhecimento para o processo de projeto de moldes de injeção, serão considerados como melhores resultados aqueles de nível quatro e três, pois sugerem poucas modificações no modelo proposto.

Para identificar os critérios a serem modificados no modelo, serão somados os percentuais dos níveis quatro e três em cada critério. Se tal soma for igual ou superior a 75%, significa que o critério não necessita de correções muito significativas. Se tal soma for menor que 75% devem ser realizadas as devidas correções no critério em estudo.

Os demais resultados podem ser de nível dois (atende parcialmente), nível um (atende poucos aspectos) e nível zero (não atende). Os resultados de nível dois pedem correções ou aperfeiçoamentos leves no modelo. Se a quantidade de resultados dos níveis um e zero for significativa em algum critério de avaliação, significa que o modelo proposto deve ser modificado nos critérios deficientes, para que ele possa ser adequadamente utilizado pelas empresas.

As respostas da avaliação do modelo para a gestão do conhecimento no processo de projeto de moldes de injeção são apresentadas na tabela 5.3. A seguir serão discutidos os resultados de cada questão.

Tabela 5.3 - Respostas da avaliação do modelo proposto.

Avaliadores	Questões												Média por avaliador
	Q.1	Q.2	Q.3	Q.4	Q.5	Q.6	Q.7	Q.8	Q.9	Q.10	Q.11	Q.12	
01	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	<b>3,9</b>
02	3	4	2	3	2	2	2	2	2	3	3	3	<b>2,5</b>
03	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	3	4	<b>3,8</b>
04	4	3	3	3	3	3	2	3	2	2	1	3	<b>2,6</b>
05	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	<b>3,9</b>
06	4	4	3	4	4	2	2	0	4	4	4	4	<b>3,2</b>
07	4	4	3	4	4	2	4	4	3	4	2	4	<b>3,5</b>
08	4	4	2	4	3	4	2	3	3	4	3	4	<b>3,3</b>
09	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	<b>3,1</b>
10	4	4	3	4	4	4	3	3	3	3	4	3	<b>3,5</b>
<b>Média por questão</b>	<b>4,3</b>	<b>4,3</b>	<b>3,4</b>	<b>4,1</b>	<b>3,8</b>	<b>3,1</b>	<b>3</b>	<b>3,3</b>	<b>3,5</b>	<b>3,8</b>	<b>3,3</b>	<b>3,5</b>	

O primeiro critério de avaliação do modelo está relacionado à sua clareza e objetividade. Este critério visou identificar a capacidade de o modelo ser facilmente entendido.

Para a maioria dos avaliadores (9) o modelo atende totalmente a este critério e um avaliador considerou que atende em muitos aspectos, conforme apresentado na figura 5.1.

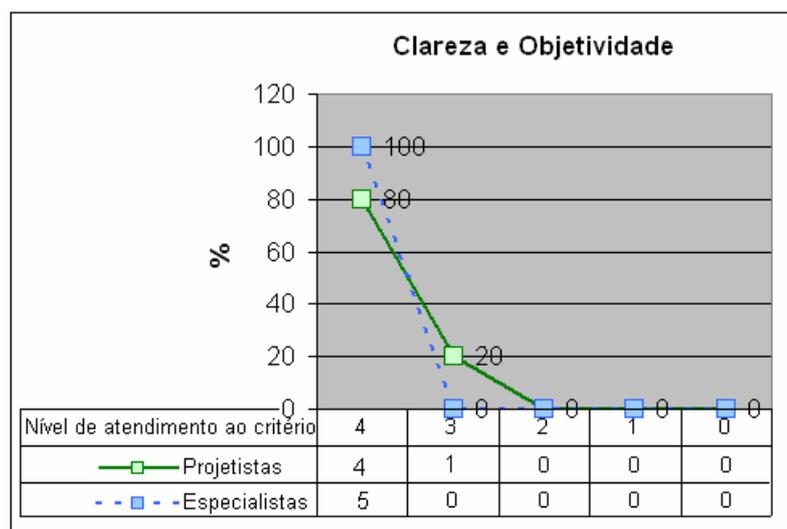


Figura 5.1 - Resultado da avaliação dos projetistas e dos especialistas em relação ao critério clareza e objetividades.

Com este resultado no contexto da avaliação, o modelo atingiu com êxito esse critério, pois a soma dos percentuais de nível quatro e três da avaliação dos projetistas (100%) quanto a mesma soma obtida pela avaliação dos especialistas (100%) são maiores que 75%, do valor de referência.

O segundo critério avaliado é relativo à abrangência do modelo, ou seja, verificar se o modelo inclui as áreas de conhecimentos necessárias para o desenvolvimento do projeto do molde.

Na figura 5.2 é apresentado o resultado da avaliação de acordo com os projetistas de moldes e pelos especialistas. Assim, 9 avaliadores consideram que o modelo atende totalmente ao critério e apenas um projetista considera que o modelo atende em muitos aspectos.

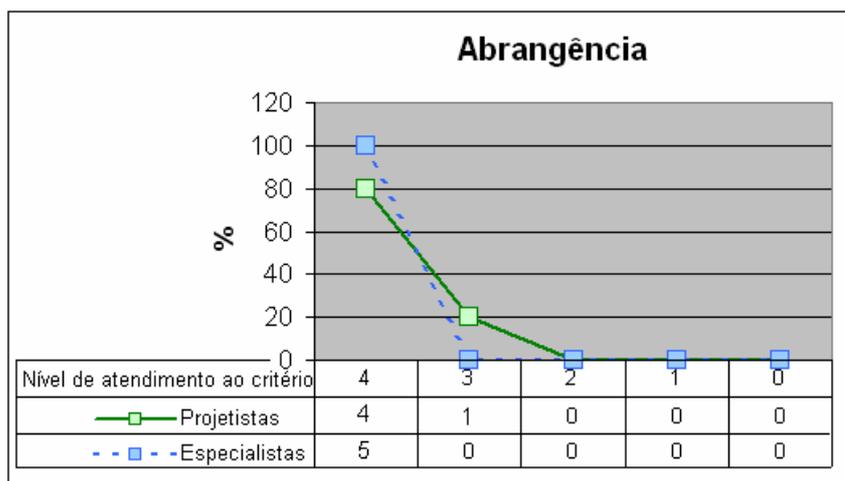


Figura 5.2 - Resultado da avaliação dos projetistas e dos especialistas em relação ao critério abrangência.

A soma dos percentuais de nível quatro e três dos projetistas e dos especialistas foi de 100%. Um projetista que considerou que o modelo atende totalmente o critério de abrangência realizou o seguinte comentário “*O modelo abrange bem todas as fases envolvidas em um projeto, destacando também os principais problemas normalmente encontrados no processo*”. Assim, com base neste resultado, conclui-se que o modelo atendeu com êxito o critério de abrangência.

O terceiro critério avaliado refere-se a aplicação do modelo, ou seja, se o modelo poderá ser utilizado efetivamente na empresa.

Como resultado observa-se que 3 avaliadores consideram que o modelo atende totalmente esse critério, 5 avaliadores que o modelo atende em muitos aspectos este critério e para 2 avaliadores o modelo atende parcialmente a estes critérios, como pode-se observar na figura 5.3.

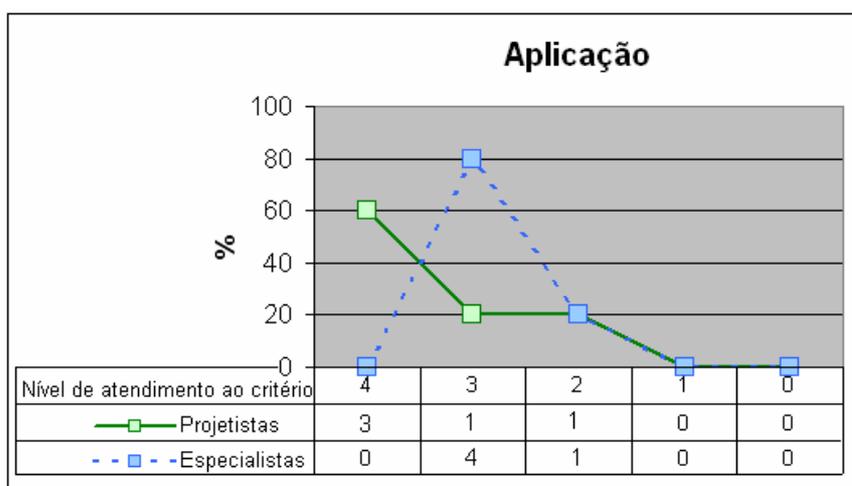


Figura 5.3 - Resultado da avaliação dos projetistas e dos especialistas em relação ao critério aplicação.

A partir dos resultados apresentados pelos projetistas e especialistas (80%) consideram que o modelo atingiu com êxito o critério de aplicação. Para um projetista e um especialista o modelo atende parcialmente ao critério de aplicação.

No espaço destinado a comentários e sugestões o especialista relatou que seria interessante implementar o modelo em um sistema especialista a fim de facilitar futuros projetistas a terem acesso às informações.

O projetista não apresentou nenhum comentário ou sugestão sobre o critério.

No quarto critério – conteúdo foi questionado se o modelo possui conteúdo suficiente para realizar a captura, formalização, armazenamento, transferência e aplicação dos conhecimentos e informações.

Em relação à questão de conteúdo para realizar a captura de conhecimentos e informações que envolvem o projeto do molde (questão 4), 7 avaliadores consideram que o modelo atende totalmente a esta questão e 3 avaliadores, que o modelo atende em muitos aspectos, conforme apresentado na figura 5.4.

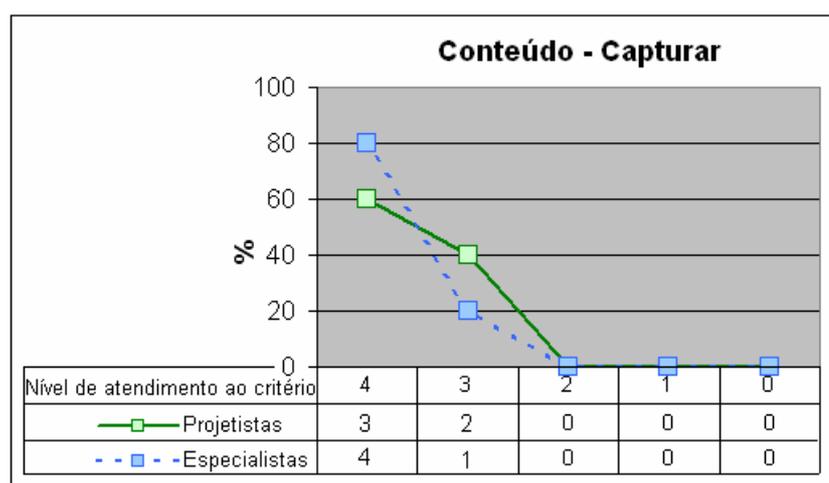


Figura 5.4 - Resultado da avaliação dos projetistas e dos especialistas em relação ao critério conteúdo para captura dos conhecimentos e informações.

Observa-se que tanto a soma dos percentuais dos níveis quatro e três obtidos pela avaliação dos projetistas (100%), quanto a soma da avaliação dos especialistas (100%), pode-se concluir que o modelo atingiu com êxito o atendimento a este critério.

Com relação ao conteúdo para formalizar os conhecimentos e informações capturados (questão 5), 6 avaliadores consideram que o modelo atende totalmente, 3 que atende em muitos aspectos e 1 que o modelo atende parcialmente ao critério, como se observa na figura 5.5.

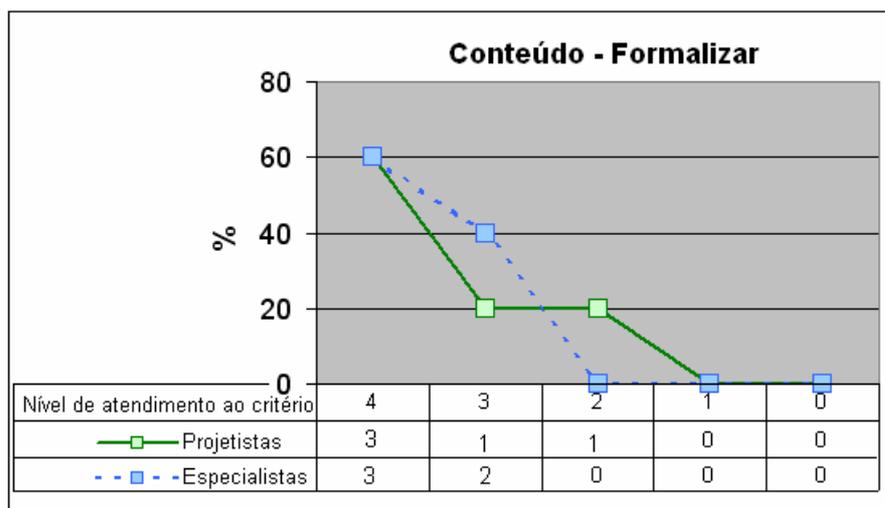


Figura 5.5 - Resultado da avaliação dos projetistas e dos especialistas em relação ao critério conteúdo para formalizar os conhecimentos e informações capturados.

Com esse resultado, pode-se concluir que o modelo atingiu com êxito este critério, pois a soma dos percentuais de níveis quatro e três da avaliação dos projetistas foi de 80% e a mesma soma obtida pela avaliação dos especialistas foi de 100%.

Um dos projetistas que considerou que o modelo atende parcialmente a este critério fez o seguinte comentário “... em relação à formalização das informações seria interessante apresentar algum tipo de sistemática para esta atividade”.

A partir do comentário do projetista, sugere-se que em trabalhos futuros o modelo possa ser aplicado em um sistema especialista.

Quanto ao conteúdo para realizar o armazenamento dos conhecimentos e informações capturados (questão 6), 3 avaliadores consideram que o modelo atende totalmente, 4 que atende em muitos aspectos e 3 que atende parcialmente, como se observa na figura 5.6.

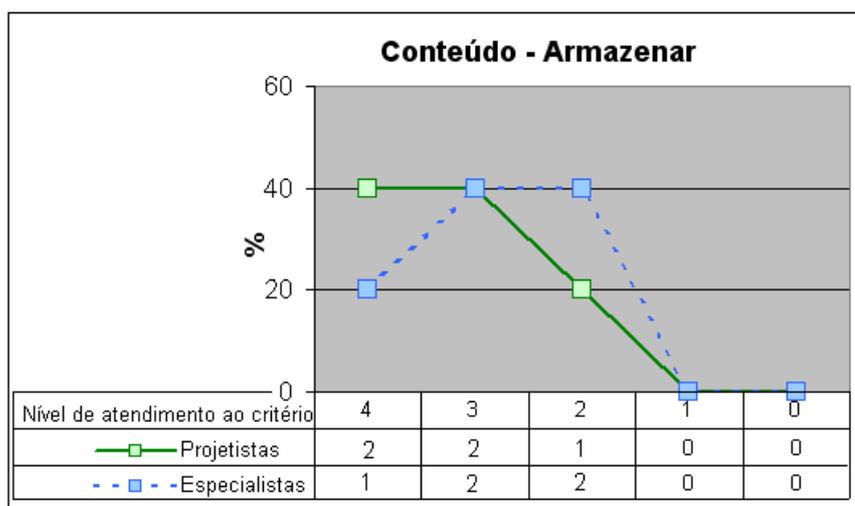


Figura 5.6 - Resultado da avaliação dos projetistas e dos especialistas em relação ao critério conteúdo para armazenar os conhecimentos e informações capturados.

A soma dos percentuais de nível quatro e três da avaliação dos projetistas é de 80%, indicando um nível bom de atendimento. Contudo a soma dos percentuais de nível quatro e três da avaliação dos especialistas é de 60%, sendo inferior a 75% (valor de referência). Isto indica que o modelo apresenta deficiências quanto ao conteúdo para realizar o armazenamento dos conhecimentos e informações.

Um especialista que considerou que o modelo atende parcialmente ao critério fez o seguinte comentário “... é importante observar que nem todos os documentos identificam a que molde (ferramenta) destina-se as observações ...”

Assim sugere-se que o modelo ao ser aplicado na empresa possua um campo contendo a identificação do molde e nome do cliente.

Para realizar a transferência de conhecimentos para as pessoas envolvidas no processo do projeto do molde, 4 avaliadores responderam que o modelo possui conteúdo suficiente para realizá-la, 2 avaliadores que o modelo atende em muitos aspectos a este critério e 4 avaliadores que atende parcialmente, conforme apresentado na figura 5.7.

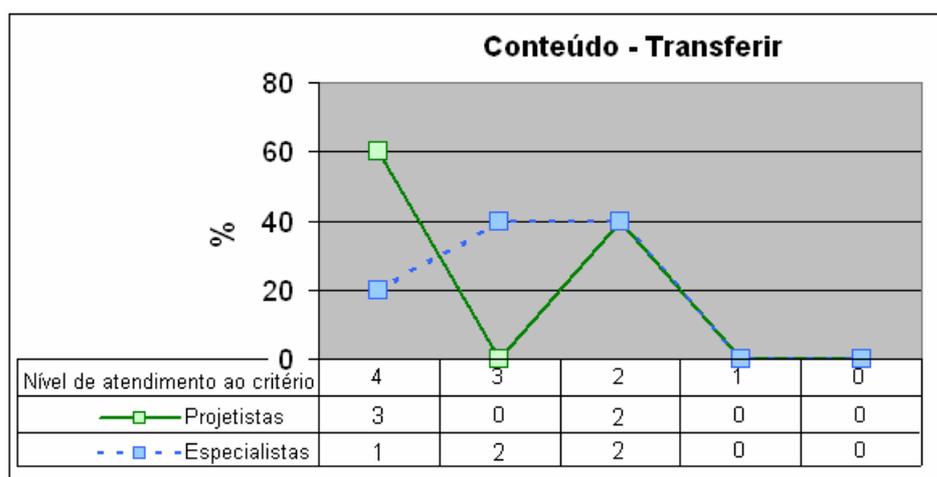


Figura 5.7 – Resultado da avaliação dos projetistas e dos especialistas em relação ao critério conteúdo para transferir os conhecimentos e informações capturados.

A partir dos resultados apresentados, observa-se que para 60% dos projetistas e 60% dos especialistas o modelo atende ao critério de conteúdo para transferência de informações e conhecimentos no desenvolvimento do molde. Contudo, 40% dos projetistas e 40% dos especialistas consideram que o modelo atende parcialmente a este critério. Um desses especialistas fez o seguinte comentário “...o modelo pode facilitar a transferência de conhecimentos e informações entre as pessoas envolvidas”.

Diante deste comentário sugere-se que as empresas que implantarem o modelo de GC no processo de projeto de moldes estabeleçam uma cultura de troca de informações e conhecimentos.



ao compartilhamento de conhecimentos, redução de tempo e registro de lições aprendidas durante o desenvolvimento do molde.

Quanto ao critério de benefício para o controle da qualidade (questão 9), 4 avaliadores consideram que o modelo atende totalmente, 4 que o modelo atende em muitos aspectos e 2 que atende parcialmente, como observa-se na figura 5.9.

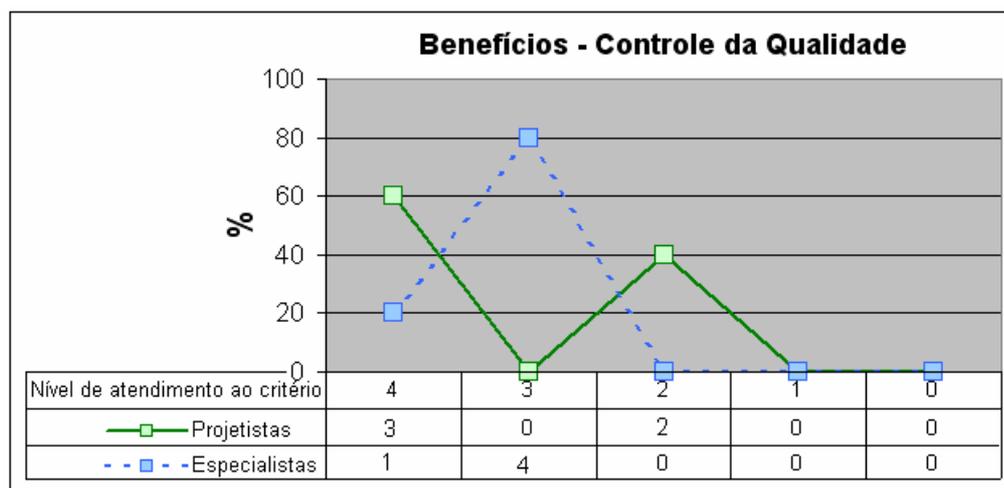


Figura 5.9 – Resultado da avaliação dos projetistas e dos especialistas em relação ao critério benefícios para auxiliar no controle da qualidade.

A soma dos percentuais dos níveis quatro e três obtidos pela avaliação dos especialistas é de 100%, quanto a soma da avaliação dos projetistas foi de 60%. Contudo nenhum dos projetistas sugeriu ou comentou sobre como o modelo pode ser melhorado neste critério.

Diante disto, considera-se que se o modelo for realmente aplicado na empresa irá ter mais informações e conhecimentos explícitos para as pessoas envolvidas com o projeto do molde, conseqüentemente a margem de erros no projeto se torna menor, aumentando desta forma controle na qualidade dos moldes.

Quanto ao critério de benefício para auxiliar a compartilhar conhecimentos na empresa (questão 10), 6 avaliadores consideram que o modelo atende totalmente, 3 que o modelo atende em muitos aspectos e 1 que o modelo atende parcialmente, como apresentado na figura 5.10.

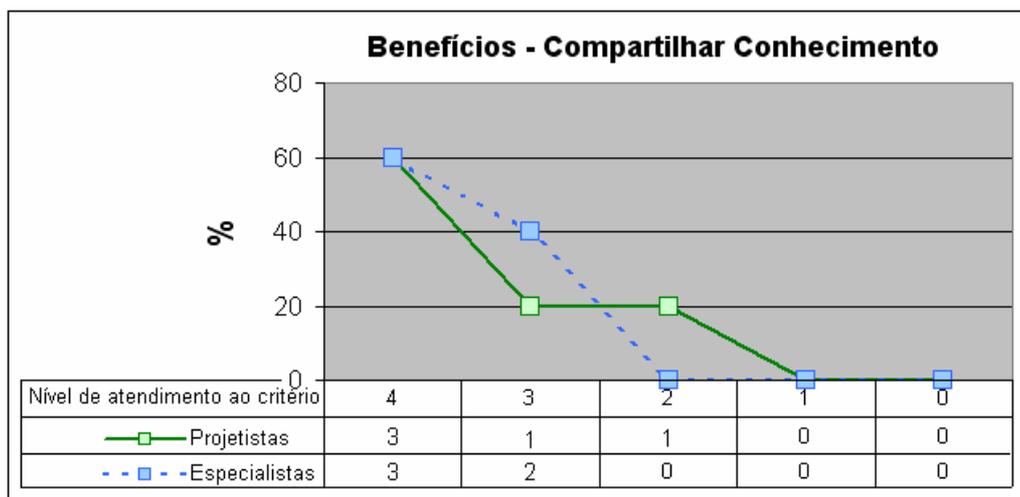


Figura 5.10 – Resultado da avaliação dos projetistas e dos especialistas em relação ao critério benefícios para auxiliar a compartilhar conhecimentos.

Tanto a soma dos percentuais dos níveis quatro e três obtidos pela avaliação dos projetistas (80%), quanto a soma da avaliação dos especialistas (100%) são maiores que 75%. Logo pode-se concluir que este critério foi atendido com êxito.

Em relação ao critério de redução do tempo de desenvolvimento do projeto (questão 11), 3 avaliadores consideram que o modelo atende totalmente a este critério, 5 que atende em muitos aspectos, 1 que atende parcialmente e 1 que atende em poucos aspectos. Conforme apresentado na figura 5.11.

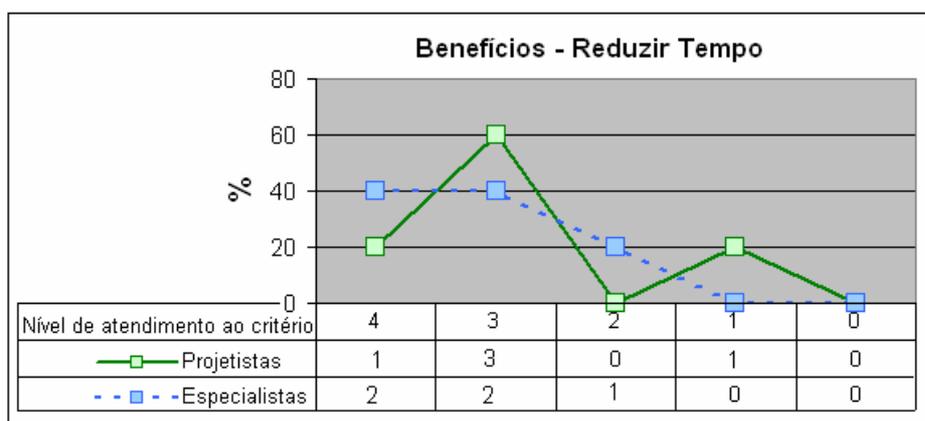


Figura 5.11 – Resultado da avaliação dos projetistas e dos especialistas em relação ao critério benefícios para auxiliar na redução do tempo de desenvolvimento do projeto.

Em relação à avaliação do critério de benefícios no auxílio da redução do tempo de desenvolvimento do projeto do molde, a soma dos percentuais de níveis quatro e três tanto da avaliação dos projetistas como dos especialistas é de 80%. Logo pode ser concluído que o critério foi atingido com êxito.

O projetista que considerou que o modelo atende em poucos aspectos este critério não realizou nenhum comentário ou sugestão. Porém o especialista que considerou que o modelo atende parcialmente a este critério fez o seguinte comentário “... é facultativo, pois depende da pessoa que está fornecendo e registrando as informações”.

Assim, sugere-se novamente que a empresa estabeleça uma cultura de troca de informações e conhecimentos.

Por fim, quanto ao critério de benefícios no auxílio as empresas a registrarem as lições aprendidas durante o desenvolvimento do projeto do molde, 5 avaliadores consideram que o modelo atende totalmente e 5 consideram que o modelo atende em muitos aspectos, conforme apresentado na figura 5.12.

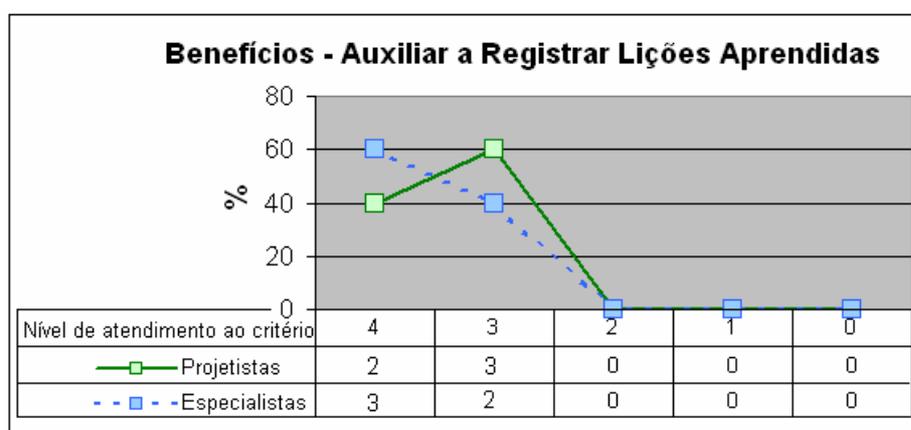


Figura 5.12 – Resultado da avaliação dos projetistas e dos especialistas em relação ao critério benefícios para auxiliar no registro de lições aprendidas.

Quanto à avaliação do critério benefícios para auxiliar a empresa a registrar as lições aprendidas durante o desenvolvimento do molde, a soma dos percentuais de nível quatro e três da avaliação dos projetistas e dos especialistas é de 100%, indicando um bom atendimento.

#### 5.4 - Considerações finais

Após terem sido analisados os resultados de cada critério, será agora apresentada a análise agrupada dos critérios, a qual apresenta a quantidade de respostas obtidas nos níveis de atendimento do critério, em cada critério de avaliação. Para tanto, foram elaboradas duas tabelas, que são: resultado geral da avaliação dos projetistas (Tabela 5.4) e resultado geral da avaliação dos especialistas (Tabela 5.5).

A primeira tabela 5.4 considera a avaliação de cinco profissionais, distribuídos em duas ferramentarias (sendo um projetista na empresa A e dois na empresa B) e dois profissionais que atuam como projetistas autônomos.

Tabela 5.4 - Resultado Geral da avaliação pelos projetistas

Critérios		Quatro	Três	Dois	Um	Zero
Clareza e Objetividade		4	1	0	0	0
Abrangência		4	1	0	0	0
Aplicação		3	1	1	0	0
Conteúdo	Captura	3	2	0	0	0
	Formalização	3	1	1	0	0
	Armazenamento	2	2	1	0	0
	Transferência	3	0	2	0	0
	Aplicação	3	1	1	0	0
Benefícios	Controle da Qualidade	3	0	2	0	0
	Compartilhar Conhecimentos	3	1	1	0	0
	Redução do Tempo	1	3	0	1	0
	Registrar lições aprendidas	2	3	0	0	0
<b>Total</b>		<b>34</b>	<b>16</b>	<b>9</b>	<b>1</b>	<b>0</b>
<b>%</b>		<b>56,66%</b>	<b>26,66%</b>	<b>15%</b>	<b>1,67%</b>	<b>0%</b>

Tabela 5.5 - Resultado Geral da avaliação pelos especialistas.

Critérios		Quatro	Três	Dois	Um	Zero
Clareza e Objetividade		5	0	0	0	0
Abrangência		5	0	0	0	0
Aplicação		0	4	2	0	0
Conteúdo	Captura	4	1	0	0	0
	Formalização	3	2	0	0	0
	Armazenamento	2	1	2	0	0
	Transferência	1	2	2	0	0
	Aplicação	1	3	0	0	1
Benefícios	Controle da Qualidade	1	4	0	0	0
	Compartilhar Conhecimentos	3	2	0	0	0
	Redução do Tempo	2	2	1	0	0
	Registrar lições aprendidas	3	2	0	0	0
<b>Total</b>		<b>30</b>	<b>23</b>	<b>7</b>	<b>0</b>	<b>1</b>
<b>%</b>		<b>49,18%</b>	<b>37,7%</b>	<b>11,4%</b>	<b>0%</b>	<b>1,63%</b>

A segunda tabela 5.5 de análise geral apresenta a avaliação geral realizada pelos especialistas.

A soma dos percentuais de resultados dos níveis quatro e três da avaliação dos projetistas é de 83,3% e da avaliação dos especialistas é de 86,8%, que é superior aos 75% de referência. Com isso pode ser concluído que, apesar das deficiências identificadas anteriormente, e considerando seus devidos aperfeiçoamentos o modelo de gestão de conhecimento para o projeto de moldes de injeção é adequado ao uso nas empresas e escritórios de projeto.

Desta forma, considerando os comentários dos projetistas e especialistas, para que o modelo proposto seja implementado nas empresas ou escritórios de projetos é necessário que todas as pessoas envolvidas com o processo de projeto de moldes de injeção contribuam com o processo de captura das informações e conhecimentos para que todos possam usufruir de todo o conhecimento e como sugestões para futuros trabalhos, que o modelo seja adaptado para um sistema especialista, a fim de facilitar os projetistas a terem um acesso mais rápido e fácil as informações e conhecimentos.

Finalizado o processo de avaliação do modelo proposto, o próximo capítulo irá apresentar as conclusões gerais da pesquisa e as recomendações para futuros trabalhos.

## **CAPÍTULO 6**

### **CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES**

#### **6.1 Introdução**

Este capítulo tem como objetivo apresentar as conclusões referente a proposta de um modelo para a gestão de conhecimento no projeto de moldes de injeção.

Nesta apresentação inicialmente foram descritos as conclusões sobre o trabalho desenvolvido e, na seqüência foram apresentadas algumas recomendações para a realização de trabalhos futuros.

#### **6.2 Conclusões**

O principal objetivo deste trabalho foi propor um modelo de gestão do conhecimento no processo de projeto de moldes de injeção de componentes termoplásticos, que abordasse a captura, armazenamento e reutilização das informações e conhecimentos que permeiam o projeto de moldes de injeção.

Visando este objetivo foi realizada primeiramente a revisão da literatura, onde verificou-se que durante o processo de projeto de moldes de injeção, é necessário acessar e trabalhar com muitas informações que estão associadas ao conhecimento de especialistas de distintos campos de conhecimento, sendo que estas informações e conhecimentos interagem entre si. Para tanto foi afirmado que um modelo que auxilie no processo de projeto de moldes deve apresentar uma forma de capturar, armazenar e reutilizar tais informações e conhecimentos, sendo que a gestão do conhecimento é uma forma de promover o processo descrito acima, e também de que tais informações e conhecimentos se transformem em um importante recurso para a organização.

Neste contexto, foi realizada uma pesquisa com várias empresas fabricantes de moldes brasileiras na região de Joinville - SC a fim de caracterizar o ambiente e identificar as principais práticas no processo de projeto de moldes de injeção e entre outros foi verificado que grande parte do desenvolvimento do projeto do molde é realizada com base na experiência e no conhecimento dos projetistas, portanto um modelo de gestão do conhecimento deve permitir que os conhecimentos e experiências desses profissionais tornem-se disponíveis para todos da organização.

Assim, para alcançar o objetivo deste trabalho, o processo de projeto de moldes de injeção, foi dividido em três fases (informacional, conceitual e detalhado). Cada fase foi dividida em atividades e cada atividade dividida em tarefas.

Esta divisão pode ser considerada uma metodologia de projeto de moldes, pois abrange todas as fases envolvidas em um processo de projeto de moldes.

Fundamentado nos quatro padrões de conversões básicas para a criação de conhecimento na organização sugeridos por Nonaka e Takeuchi (1997), para cada atividade de conhecimento tácito foi convertido em explícito, e vice-versa.

Diante disto, foi proposta a utilização de um modelo de gestão do conhecimento para o processo de projeto de moldes que compreende a captura, organização, armazenamento, transferência e aplicação dos conhecimentos (explícitos e tácitos) e informações capturados, através da realização de tarefas relacionadas a gestão do conhecimento nas fases de projeto informacional, conceitual e detalhado do molde.

Na fase de **projeto informacional do molde** de injeção foi proposta a captura das informações que serão transformadas em especificações do molde e também a captura dos conhecimentos dos diversos especialistas envolvidos com o projeto, através de ferramentas denominadas “Formulários de Gestão do Conhecimento”

Na fase de **projeto conceitual do molde** de injeção também foram sugeridos a utilização de “Formulários de Gestão do Conhecimento” para realizar a captura das especificações analisadas pelos projetistas para projetar os sistemas do molde e captura dos motivos que levaram o projetista a utilizar determinado sistema do molde.

Na fase de **projeto detalhado do molde** foi sugerido capturar se foram utilizadas normas ou melhores práticas durante o processo de detalhamento do molde e justificar quais itens do molde serão comprados ou fabricados na própria ferramentaria, através do “Formulário de Gestão do Conhecimento”.

Também foram apresentados os meios para realizar os processos de organizar, armazenar, transferir e aplicar as informações e conhecimentos capturados em cada fase do processo de projeto do molde.

Acredita-se desta forma, ter alcançado ao final deste trabalho o objetivo proposto inicialmente, pois a própria proposição de um modelo para a gestão do conhecimento no projeto de moldes é a realização do objetivo principal.

Os objetivos específicos também foram alcançados, uma vez que foram apresentados os meios para as equipes de projeto realizarem a captura, organização, armazenagem, transferência e aplicação dos conhecimentos e informações que permeiam o projeto de moldes de injeção, criando desta forma um meio para o compartilhamento de conhecimento nas empresas.

Quanto as contribuições pretendidas, considera-se que foram alcançadas através das tarefas de documentar as informações, especificações e interações analisadas e também documentar as decisões tomadas com suas respectivas justificativas, pois estas contribuem para a retenção dos conhecimentos dos especialistas, a fim de construir uma memória coletiva para a empresa.

Considerando os resultados da avaliação do modelo de GC proposto apresentados no capítulo 5, conclui-se que o modelo contempla os objetivos inicialmente estabelecidos, seus

procedimentos poderão apoiar as iniciativas de gestão dos conhecimentos envolvidos no desenvolvimento do projeto de moldes, assim entende-se que o modelo é válido aos objetivos propostos.

### **6.3 Recomendações para futuros trabalhos**

Para dar continuidade ao desenvolvimento do modelo proposto, sugere-se para futuros trabalhos:

- A aplicação do modelo proposto em uma empresa da área, a fim de criar um banco de dados com as informações e conhecimentos capturados com o modelo.
- Durante a realização da pesquisa com as empresas da área, foi constatado que os projetistas reutilizam informações de projetos anteriores em novos projetos sendo que a principal informação utilizada é a geometria CAD, assim sugere-se que o modelo proposto seja implementado em um sistema especialista, que realize o reconhecimento de *features* (geometria CAD), a fim de facilitar os projetistas a terem acesso as informações e conhecimentos.
- Realizar a ampliação do modelo de gestão do conhecimento para todo o ciclo de desenvolvimento de moldes de injeção.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABIPLAST, ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DO PLÁSTICO. **Perfil da indústria brasileira de transformação de material plástico** - perfil 2007. Disponível em: <<http://www.abiplast.org.br>>. Acesso em: março 2008.

ANGELONI, M. T. **Organizações do conhecimento: infra-estrutura, pessoas e tecnologias**. São Paulo: Saraiva, 2003.

ARAÚJO, B.; BRITO, M. A. **Manual do projectista para moldes de injeção de plásticos: sistema de alimentação e escape de gases**. Marina Grande: Centimfe, 2003.

ARAÚJO, B. et al. **Manual do projectista para moldes de injeção de plásticos: sistema de extração**. Marina Grande: Centimfe, 2003.

ASCAMM. **Aspectos Fundamentales en La Construcción de Moldes**. Notas de aulas do Curso de Master en Materiales Plásticos e Ingenieria de Componentes. Joinville: Sociesc, 2002.

AUDY, J. L. N.; ANDRADE, G. K. de; CIDRAL, A. **fundamentos de sistemas de informação**. Porto Alegre: Bookman, 2005.

AZEVEDO, M. **Há espaço para crescer, mas falta mão-de-obra**. Plástico Moderno on line. Ed 358, 2004. Disponível em: < <http://www.plastico.com.br/revista/pm358/moldes1.htm>>. Acesso em: 26 setembro 2005.

BAZZO, W. A.; PEREIRA, L. T. V. **Introdução à engenharia: conceitos, ferramentas e comportamento**. Florianópolis: da UFSC, 2006.

BECKMAN, T. J. The current state of knowledge management. In: LIEBOWITZ, Jay (Editor). **Knowledge management handbook**. New York: CRC, 1999.

BLANCHARD, B. S.; FABRICKY, W.J. **Systems engineering and analysis**. New Jersey: Prentice-Hall, 1990.

BRASIL. Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social. **O uso de componentes plásticos pela indústria automotiva**. 2002. Disponível em: <[http://www.bndes.gov.br/conhecimento/resposta\\_tit.asp?textit=pl%E1stico](http://www.bndes.gov.br/conhecimento/resposta_tit.asp?textit=pl%E1stico)>. Acesso em: 8 março 2006.

BRASIL. Ministério da Ciência e Tecnologia *et al.* **Estudo da competitividade de cadeias integradas no Brasil: impactos das zonas de livre comércio**. 2002. Disponível em: <<http://www.desenvolvimento.gov.br/sitio/sdp/estudos/estudos.php>>. Acesso em: fevereiro 2006.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento, da Indústria e do Comércio Exterior . **O futuro da indústria de transformados plásticos: embalagens plásticas para alimentos**. 2005. Disponível em: < <http://www.desenvolvimento.gov.br/arquivo/publicacoes/sti/indbraopodesafios/coletanea/platico/plasticos.pdf>>. Acesso em: fevereiro 2006.

BRITO, M. A.; MATOS, A.; MENDES, S. S. **Manual do projectista para moldes de injeção de plásticos: Sistema de controlo de temperatura**. Marina Grande: Centimfe, 2003.

BUSATO, F. A. **Parâmetros de moldagem por injeção de termoplásticos em moldes fabricados por estereolitografia com resina somos 7110**. 2004. 130 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004.

CARVALHO, F. C. A. **Gestão do conhecimento: o caso de uma empresa de alta tecnologia**. 2000. 115 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2000.

CATAPAN, M. F.; FERREIRA, C. V.; FORCELLINI, F. A. **Recomendações do projeto Preliminar em Componentes de Plásticos Injetados para a Definição da Forma Utilizando o DFMA**. In: V Congresso Brasileiro de Gestão de Desenvolvimento de Produtos – CBGDP. Anais... Curitiba, 2005.

COSTA, P. E. C.; GOUVINHAS, R. P. **Desenvolvimento de um modelo de gestão do conhecimento para a melhoria do processo de desenvolvimento de produtos**. In: IV Congresso Brasileiro de Gestão de Desenvolvimento de Produto. Anais... Gramado, 2003. Disponível em: <<http://www.igpd.producao.ufrgs.br>>. Acesso: outubro de 2005.

COSTA, C. A.; LUCIANO, M. A. Tendências e desafios para sistemas computacionais de apoio ao projeto de moldes de injeção. **Plástico Sul**, Porto Alegre, Ano 3, p. 40-45, 2002.

COSTA, C. A.; YOUNG, R. I. M. Reutilização de Informações no Projeto de Moldes de Injeção Através do Uso de Modelos de Informação e de Conhecimento. **Produto & Produção**, Porto Alegre, v. 7, n. 3, 2004.

COSTA, C. A.; YOUNG, R. I. M. Uma Revisão em Sistemas Baseados em Inteligência Artificial para Suporte ao Projeto de Moldes de Injeção. **Revista do Ccet**, Caxias do Sul, v. 2, n. 2, p. 14-32, 1999.

CRUZ, S. **Moldes de Injeção**. Curitiba: Hemus, 2002.

CUNHA, A. **Manual do projectista para moldes de injeção de plásticos**: moldação por injeção e materiais plásticos. Marina Grande: Centimfe, 2003.

DARÉ, G. **Proposta de um modelo de referência para o desenvolvimento integrado de componentes de plásticos**. 2001, 219 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2001.

DARÉ, G.; FERREIRA, C. V.; OGLIARI, A.; BACK, N.; BEAL, V.; RIBEIRO Jr. A. S.; AHRENS, C.H. **Aplicação da Engenharia Simultânea ao Processo de Desenvolvimento de Componentes de Plásticos Moldados por Injeção**: um estudo de caso. In: III Congresso Brasileiro de Gestão de Desenvolvimento de Produtos – CBGDP. Anais... Florianópolis, 2001.

DAVENPORT, T. H. **Ecologia da informação**: por que só a tecnologia não basta para o sucesso na era da informação. São Paulo: Futura, 1998.

DAVENPORT, T. H.; PRUSAK, L. **Conhecimento empresarial**: como as organizações gerenciam o seu capital intelectual. 4. ed. Rio de Janeiro: Campus, 1998.

D'ISSY, M. Simulações reduzem demanda por protótipo físico. **Revista Cadesign**, v.9, n.97, p.28-33, 2003.

D-M-E PLASTICS UNIVERSITY. **Mold technology series**. Disponível em: <<http://www.dmeuniversity.net/english/default.cfm>>. Acesso em: novembro 2006.

DOMANSKI, J.C. Planejamento estratégico: modismo ou necessidade efetiva para uma gestão mais eficiente. **Revista Ferramental**, Joinville, n.9, p. 13-18, nov./dez. 2006.

DORINI, L. E. B.; TONI, J. A. de. Ferramenta de gestão do conhecimento utilizando lógica fuzzy para recuperação de conhecimento. **Revista Hifen**, v.27, n.52, p.55-60. 2003.

E-CONSULTING CORP. A gestão do conhecimento na prática. **HSM Management**, v.42, n.8, p. 53-59, 2004.

FERREIRA, A. B. H. **Dicionário Aurélio básico da língua portuguesa**. São Paulo: Folha de São Paulo, 1995. 687 p.

FERREIRA, C. V. Metodologia de projeto para produtos de peças plásticas. **Revista Ferramental**, Joinville, n.7, p.15-24, 2006.

FERREIRA, M.G.G. **Gestão do Conhecimento no Processo de Desenvolvimento de Produtos**. Relatório da Disciplina de Estudo Dirigido (Programa de Pós Graduação em Engenharia Mecânica), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.

FERREIRA, M.G.G.; FORCELLINI, F.A. **Gestão do Conhecimento no Processo de Desenvolvimento de produtos: Visão do presente e Futuro**. In: IV Congresso Brasileiro de Gestão de Desenvolvimento de Produto. Anais... Gramado, 2003. Disponível em: <<http://igdp.producao.ufrgs.br>>. Acesso em: 6 outubro de 2005.

FERRO, S. **Mostra consolida uso dos plásticos dentro e fora do motor**. Plástico Moderno on line. Ed 214, 2000. Disponível em: <http://www.plastico.com.br/revista/pm314/automovel.htm>. Acesso em: fevereiro 2006.

FERRO, S. **Setor tem tecnologia de ponta e preço coreano**. Plástico Moderno on line. Ed 321, 2001. Disponível em: [http://www.plastico.com.br/revista/pm321/moldes/setor\\_tem\\_tecnologia.htm](http://www.plastico.com.br/revista/pm321/moldes/setor_tem_tecnologia.htm). Acesso em: fevereiro 2006.

GASTROW, H. **Moldes de inyección para plásticos**: em 100 casos prácticos. Munich. Hanser, 1990. 250p.

GAO, Y. ZEID, I. BARDASZ, T. Characteristics of an effective design plan system to support reuse in case-based mechanical design. **Knowledge-based systems**, v.10, p. 337-350, 1998.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

GILAPA, L. C. M. **Apostila de Processo de Injeção**. Notas de aula (Curso de Tecnologia em Mecânica). Sociesc, Joinville, 2001.

GOMES, J. O.; FERREIRA, C. V.; RESENDE, M. F. C. Uma avaliação tecnológica e organizacional das ferramentarias nacionais. **Revista Plástico Industrial**, v.5, n.55, p.278-287. 2003.

GOMES, J. de O.; VALLEJOS, R. V. Avaliação de desempenho técnico-administrativo: uma alternativa para a melhoria da competitividade. **Revista Ferramental**, Joinville, n.2, p. 11-18, set./out. 2005.

GONDAK, M de O.; ZLUHAN, G. P.; SANTOS, M. T. **Utilização da Simulação da Moldagem por Injeção no Desenvolvimento de Componentes Plásticos**. In: V Congresso Brasileiro de Gestão de Desenvolvimento de Produto - CBGDP. Anais... Curitiba, 2005.

GORDON, C.; TERRA, J.C.C. **Portais Corporativos**: a revolução na gestão do conhecimento. 2. ed. São Paulo: Negócios, 2002.

GORNI, A. A. **Introdução aos Plásticos**. Disponível em: <<http://www.gorni.eng.br/intropol.html>>. Acesso em: fevereiro 2006.

GUERRERO, V. **Análise do gerenciamento de informação em um ambiente colaborativo e distribuído de desenvolvimento de produto**. 2001. 125 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2001.

- HARADA, J. A importância do projeto de moldes para injeção de termoplásticos. **Revista Ferramental**, Joinville, n.6, p. 27-31, mai./jun. 2006.
- HARADA, J. **Moldes para injeção de termoplásticos**: projetos e princípios básicos. São Paulo: Artliber, 2004. 308p.
- JUNG, C. F. **Metodologia científica**: ênfase em pesquisa tecnológica. 2004. Disponível em: <<http://www.jung.pro.br/>>. Acesso em: maio 2006.
- LENCINA, D. C. **O uso da videoconferência via internet no auxílio ao projeto, assistido por computador, de moldes para peças de plástico injetadas**. 1998. 120 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica), Universidades Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1998.
- LUCIANO, M. A. **Reutilização de informações e conhecimentos para apoio ao projeto de material de atrito**. 2005. 166 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção), Universidades Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005.
- MASCARENHAS, W. N. **Sistematização do processo de obtenção do leiaute dimensional de componentes de plástico moldados por injeção**. 2002. 218 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica), Universidades Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.
- MAXIQUIM ASSESSORIA DE MERCADO. **Radiografia nacional - indústria de moldes e ferramentais para a transformação de plásticos**. Relatório. São Paulo, 2000.
- MENGES, G., MOHREN, P. **How to make injection molds**. 2 ed. Munich: Hanser, 1993.
- MICHAELI, W. **Tecnologia dos plásticos**: livro texto e de exercícios. São Paulo: Blucher, 1995. 205p.
- MONTANHA JR. I. R. **Sistemática de gestão da tecnologia aplicada no projeto de produtos: um estudo para as empresas metal-mecânicas de micro e pequeno porte**. 2004. 157 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004.
- MORAIS, R. **Moldes, Joinville concentra segundo maior pólo de ferramentarias**. Plástico Moderno on line. Ed 373, 2005. Disponível em: <<http://www.plastico.com.br/revista/pm373/moldes1.html>>. Acesso em: 13 março 2006.
- NISSEN, M.; KAMEL, M.; SENGUPTA, K. Integrated analysis and design of knowledge systems and processes. **Information Resources Management Journal**, p. 24-43, jan/mar. 2000.
- NISSEN, M. Knowledge-based knowledge management in the reengineering domain. **Decision Support Systems**, p. 47-65, Nov. 1999.
- NISSEN, M. An Extended Model of Knowledge-Flow Dynamics. **Communications of the Association for Information Systems**, v. 8, p. 251-266. 2002.
- NONAKA, I.; TAKEUCHI, H. **Criação do conhecimento na empresa**: como as empresas japonesas geram o conhecimento na empresa. 7. ed. Rio de Janeiro: Campus, 1997.
- PERROTTI, E. **Estrutura organizacional e gestão do conhecimento**. 2004. 196 f. Dissertação (Mestrado em Administração) - Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.
- POUZADA, A. S. **Manual do projectista para moldes de injeção de plásticos**: moldes na indústria de transformação. Marina Grande: Centimfe, 2003.

PROBST, G.; RAUB, S.; ROMHARDT, K. **Gestão do conhecimento** - os elementos construtivos do sucesso. 1 ed. Porto Alegre: Bookman, 2002.

PROVENZA, F. **Moldes para plásticos**. São Paulo: Pro-tec, 1993.

REES, H. **Mold engineering**. Hanser/Gardner, 2002

RESENDE, M. F. C. **Estudo do potencial dos clusters do abc de Joinville**. Relatório, 2002.

REZAYAT, M. Knowledge-based product development using XML and KCs. **Computer-Aided Design**, v.32, p. 299-309. 2000.

ROMANO, L. N. **Modelo de referência para o processo de desenvolvimento de máquinas agrícolas**. 2003. 321 f. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.

ROZENFELD, H. et al. **Gestão de desenvolvimento de produtos: Uma referência para a melhoria do processo**", São Paulo: Saraiva, 2006.

SABINO NETTO, A. C. **Proposta de sistemática para avaliação de soluções de projeto de componentes moldados por injeção auxiliada por protótipos físicos**. 2003. 153 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.

SACCHELLI, C. M. **Sistematização do processo de desenvolvimento integrado de moldes de injeção de termoplásticos**. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2007.

SACCHELLI, C.M.; OGLIARI, A.; AHRENS, C.H.; SILVA, D. T.; TEXEIRA, J. A.; **Caracterização do modelo de gerenciamento e de desenvolvimento de moldes em ferramentarias do pólo industrial de Joinville-SC**. In: 3º CONGRESSO NACIONAL DE ENGENHARIA MECÂNICA. 2004, Belém do Pará.

SALIM, J. J. **Gestão do Conhecimento**. Disponível em: <<http://www.fgvsp.br/conhecimento/home.htm>>. Acesso em: 13 agosto 2007.

SALVADOR, V. L.; ZEILMANN, R. P.; COSTA, C. A. **Um estudo comparativo das atividades envolvidas no processo de projeto de moldes de injeção**. In: IV Congresso Nacional de Engenharia Mecânica. 2007, Salvador.

SANTANA, R. R. **Sistema computacional de apoio ao projeto de componentes de plástico injetados, via internet**. 2001. 81 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2001.

SANTANA, H. de A.; REINERT, A. F. **Moldes de Injeção**. Notas de aula (Curso de Técnico em Mecânica). Sociesc, Joinville, 2004.

SEBRAE. **Critérios de classificação de empresas**. Disponível em: < <http://www.sebrae-sc.com.br/leis/default.asp?vcdtexto=4154&%5E%5E>>. Acesso em: novembro 2006.

SILVA, L. C. M. da; ZABOT, J. B. M. **Gestão do conhecimento: aprendizagem e tecnologia construindo a inteligência coletiva**. São Paulo: Atlas, 2002.

SILVEIRA, C. L.; RISCHIOTO, O. E. Metodologia para avaliação e qualificação de fornecedores de ferramentais. **Revista Ferramental**, Joinville, n.3, p. 21-25, nov./dez. 2005.

SVEIBY, K. E. **A nova riqueza das organizações**. Rio de Janeiro: Campus, 1998.

TONOLLI, E. J. Jr. **Ambiente colaborativo para o apoio ao desenvolvimento de moldes para injeção de plásticos**. 2003. 120 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.

VALLEJOS, R.V.; GOMES, J.O.; WEINGAERTNER, W. Uma Reflexão sobre as Ferramentarias Nacionais. **Plástico Industrial**, p. 96-101, set. 1998.

**APÊNDICES**

**APÊNDICE A**  
**QUESTIONÁRIO ESTRUTURADO**  
**RESULTADO DA PESQUISA**

O questionário elaborado teve o objetivo de levantar um panorama da situação da Gestão do Conhecimento no processo de desenvolvimento do projeto de moldes de injeção, considerando a realidade das empresas instaladas na região de Joinville - SC.

Tabela A.1 – Perguntas quanto ao perfil do (a) respondente e caracterização da empresa  
(Continua)

1.1	Nome (identificação não obrigatória)	
1.2	e-mail (identificação não obrigatória)	
1.3	Há quanto tempo você trabalha com atividades relacionadas ao processo de projeto de moldes de injeção?	<input type="checkbox"/> Menos de 1 ano <input type="checkbox"/> Entre 1 e 5 anos <input type="checkbox"/> Entre 6 e 10 anos <input type="checkbox"/> Entre 11 e 15 anos <input type="checkbox"/> Entre 16 e 20 anos <input type="checkbox"/> Mais de 20 anos
1.4	Titulação Concluída:	<input type="checkbox"/> Técnico <input type="checkbox"/> Graduação <input type="checkbox"/> Especialização (latu-sensu) <input type="checkbox"/> Mestrado <input type="checkbox"/> Doutorado
1.5	Principal ramo de atuação da empresa?	<input type="checkbox"/> Automobilístico <input type="checkbox"/> Informática/Telefonia <input type="checkbox"/> Brinquedos <input type="checkbox"/> Agro-Industrial <input type="checkbox"/> Utensílios Domésticos <input type="checkbox"/> Outros_____
1.6	Número de funcionários?	<input type="checkbox"/> 0 a 10 <input type="checkbox"/> 11 a 20 <input type="checkbox"/> 21 a 30 <input type="checkbox"/> 31 a 40 <input type="checkbox"/> 41 a 50 <input type="checkbox"/> 51 a 60 <input type="checkbox"/> Acima de 60

Tabela A.1 - Perguntas quanto ao perfil do (a) respondente e caracterização da empresa  
(Continuação)

1.7	Número de moldes fabricados por ano?	<input type="checkbox"/> 0 a 20 <input type="checkbox"/> 21 a 40 <input type="checkbox"/> 41 a 60 <input type="checkbox"/> 61 a 80 <input type="checkbox"/> 81 a 100 <input type="checkbox"/> Acima de 100
1.8	Qual o mercado a qual se destina os moldes?	_____ % Interno _____ % Externo

Tabela A.2 – Perguntas quanto ao ambiente do processo de projeto de moldes de injeção  
(Continua)

2.1	Qual o software CAD utilizado?	<input type="checkbox"/> AutoCad <input type="checkbox"/> Power Shape <input type="checkbox"/> Pro-Engineer <input type="checkbox"/> SolidEdge <input type="checkbox"/> SolidWorks <input type="checkbox"/> Unigraphics <input type="checkbox"/> Outro _____
2.2	Você utiliza CAE?	<input type="checkbox"/> Sim, em todos os projetos <input type="checkbox"/> Sim, mas apenas para o projeto de peças mais complexas <input type="checkbox"/> Não
	Se sim: Qual o software utilizado?	<input type="checkbox"/> Moldflow <input type="checkbox"/> Ansys <input type="checkbox"/> Cosmos <input type="checkbox"/> C-Mold <input type="checkbox"/> Nastan <input type="checkbox"/> Outro _____
	Se Não:	<input type="checkbox"/> Não há necessidade <input type="checkbox"/> Elevado custo da hora de trabalho para modelamento e análise <input type="checkbox"/> O cliente fornece <input type="checkbox"/> Outro _____

Tabela A.2 – Perguntas quanto ao ambiente do processo de projeto de moldes de injeção (Continua)

2.3	Qual o critério para definir quem executará o projeto do molde?	<input type="checkbox"/> Nível de conhecimento <input type="checkbox"/> Tipo de produto <input type="checkbox"/> Quem estiver disponível <input type="checkbox"/> Outro_____
2.4	Como é realizado o treinamento e atualização da mão-de-obra? (Pode-se marcar mais de uma opção)	<input type="checkbox"/> Universidade <input type="checkbox"/> Cursos técnicos <input type="checkbox"/> Cursos no exterior <input type="checkbox"/> Visitas técnicas <input type="checkbox"/> Feiras <input type="checkbox"/> Outro_____
2.5	Qual o “lead-time” (tempo total necessário para projetar um molde) médio de projeto?	<input type="checkbox"/> 0 a 30 dias <input type="checkbox"/> 60 dias <input type="checkbox"/> 90 dias <input type="checkbox"/> 120 dias <input type="checkbox"/> Outro_____
2.6	De que forma o projeto é acelerado caso seja necessário?	<input type="checkbox"/> Distribui as tarefas do projeto <input type="checkbox"/> Faz horas extras <input type="checkbox"/> Outro _____
2.7	Quem faz a revisão do projeto?	<input type="checkbox"/> Não é realizada <input type="checkbox"/> Uma equipe <input type="checkbox"/> Um responsável <input type="checkbox"/> Outro_____
2.8	Você considera que a transferência de informações entre cliente, ferramentaria e projeto seja adequada?	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não
	Se não, qual o maior problema?	<input type="checkbox"/> Falta de informações <input type="checkbox"/> O produto ainda está em fase de desenvolvimento <input type="checkbox"/> Outro_____
2.9	Informações de projetos anteriores são utilizadas em novos projetos?	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não
	Se sim, quais informações são utilizadas?	<input type="checkbox"/> Geometria CAD <input type="checkbox"/> Textos <input type="checkbox"/> Desenhos técnicos impressos <input type="checkbox"/> Outros_____

Tabela A.2 – Perguntas quanto ao ambiente do processo de projeto de moldes de injeção (Continuação)

	Como são armazenadas estas informações?	<input type="checkbox"/> Papel <input type="checkbox"/> Arquivo eletrônico <input type="checkbox"/> Intranet (rede interna) <input type="checkbox"/> Outros _____
2.10	Quando o projeto está na fabricação há retorno devido a possíveis problemas?	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não
	Se sim, quais?	<input type="checkbox"/> Orientação <input type="checkbox"/> Modificação no molde <input type="checkbox"/> Outros _____
	Estes problemas são documentados após serem solucionados?	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não
	Se sim, como são armazenadas estas informações?	<input type="checkbox"/> Papel <input type="checkbox"/> Arquivo eletrônico <input type="checkbox"/> Outros _____
2.11	Após a entrega do molde e início da produção, há algum retorno (informações)?	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não
	Se sim, quais?	<input type="checkbox"/> Melhorias <input type="checkbox"/> Problemas <input type="checkbox"/> Outros _____
2.12	Caso ocorra problemas durante a produção do produto plástico (injeção) estas informações são documentadas?	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não
	Se sim, como são armazenadas?	<input type="checkbox"/> Papel <input type="checkbox"/> Arquivo eletrônico <input type="checkbox"/> Outros _____
2.13	Um sistema computacional de registro de informações para auxiliar na tomada de decisões de novos projetos é importante?	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não
	Se sim, o que deveria conter neste sistema?	<input type="checkbox"/> Geometria <input type="checkbox"/> Textos <input type="checkbox"/> Links <input type="checkbox"/> Outros _____

Tabela A.3 – Perguntas quanto as práticas no processo de desenvolvimento do projeto do molde de injeção (Continua)

3.1	A ferramentaria recebe do cliente:	<input type="checkbox"/> Desenho em arquivo eletrônico <input type="checkbox"/> Desenho impresso <input type="checkbox"/> Amostra física <input type="checkbox"/> Outros _____
3.2	Quanto aos parâmetros necessários para se projetar um molde de injeção. Quais as informações são avaliadas para dar início ao processo de projeto do molde de injeção?	
	Produto:	<input type="checkbox"/> Forma geométrica <input type="checkbox"/> Utilização <input type="checkbox"/> Produção prevista <input type="checkbox"/> Acabamento posterior à moldagem <input type="checkbox"/> Peso <input type="checkbox"/> Outros _____
	Material Plástico:	<input type="checkbox"/> Tipo <input type="checkbox"/> Contração <input type="checkbox"/> Características de moldagem <input type="checkbox"/> Pressão específica de moldagem <input type="checkbox"/> Outros _____
Máquina injetora:	<input type="checkbox"/> Vão livre entre colunas <input type="checkbox"/> Capacidade de injeção <input type="checkbox"/> Superfície injetável <input type="checkbox"/> Altura mínima e máxima do molde <input type="checkbox"/> Curso de abertura da máquina <input type="checkbox"/> Manipulador para tirar a peça <input type="checkbox"/> Força de fechamento <input type="checkbox"/> Furo de centragem <input type="checkbox"/> Sistema de fixação do molde <input type="checkbox"/> Sistema de resfriamento <input type="checkbox"/> Sistema de extração <input type="checkbox"/> Outros _____	

Tabela A.3 – Perguntas quanto as práticas no processo de desenvolvimento do projeto do molde de injeção (Continua)

No processo de projeto, quem especifica os itens listados abaixo? São estimados pela experiência ou são calculados?			
3.3	Máquina que receberá o molde	<input type="checkbox"/> Cliente <input type="checkbox"/> Projetista <input type="checkbox"/> Ferramentaria	<input type="checkbox"/> Estimado <input type="checkbox"/> Calculado
	Vida útil do molde	<input type="checkbox"/> Cliente <input type="checkbox"/> Projetista <input type="checkbox"/> Ferramentaria	<input type="checkbox"/> Estimado <input type="checkbox"/> Calculado
	Definição do número de cavidades	<input type="checkbox"/> Cliente <input type="checkbox"/> Projetista <input type="checkbox"/> Ferramentaria	<input type="checkbox"/> Estimado <input type="checkbox"/> Calculado
	Balanceamento das cavidades	<input type="checkbox"/> Cliente <input type="checkbox"/> Projetista <input type="checkbox"/> Ferramentaria	<input type="checkbox"/> Estimado <input type="checkbox"/> Calculado
	Tipo e dimensionamento dos canais de alimentação	<input type="checkbox"/> Cliente <input type="checkbox"/> Projetista <input type="checkbox"/> Ferramentaria	<input type="checkbox"/> Estimado <input type="checkbox"/> Calculado
	Balanceamento dos canais de alimentação	<input type="checkbox"/> Cliente <input type="checkbox"/> Projetista <input type="checkbox"/> Ferramentaria	<input type="checkbox"/> Estimado <input type="checkbox"/> Calculado
	Tipo e dimensionamento dos canais de distribuição	<input type="checkbox"/> Cliente <input type="checkbox"/> Projetista <input type="checkbox"/> Ferramentaria	<input type="checkbox"/> Estimado <input type="checkbox"/> Calculado
	Definição do ponto de injeção	<input type="checkbox"/> Cliente <input type="checkbox"/> Projetista <input type="checkbox"/> Ferramentaria	<input type="checkbox"/> Estimado <input type="checkbox"/> Calculado
	Posição e quantidade de extratores	<input type="checkbox"/> Cliente <input type="checkbox"/> Projetista <input type="checkbox"/> Ferramentaria	<input type="checkbox"/> Estimado <input type="checkbox"/> Calculado
	Força dos extratores	<input type="checkbox"/> Cliente <input type="checkbox"/> Projetista <input type="checkbox"/> Ferramentaria	<input type="checkbox"/> Estimado <input type="checkbox"/> Calculado
	Refrigeração	<input type="checkbox"/> Cliente <input type="checkbox"/> Projetista <input type="checkbox"/> Ferramentaria	<input type="checkbox"/> Estimado <input type="checkbox"/> Calculado

Tabela A.3 – Perguntas quanto as práticas no processo de desenvolvimento do projeto do molde de injeção (Continuação)

3.4	Enumere por ordem de importância quais são as fases que devem ser seguidas no desenvolvimento do projeto dos moldes de injeção.	
	<b>Atividade</b>	<b>Nº</b>
	Avaliar as informações iniciais (produto, material plástico e máquina injetora)	
	Definir o número e leiaute das cavidades	
	Localizar a(s) linha(s) de partição	
	Projetar o sistema de alimentação	
	Projetar o sistema de refrigeração	
	Projetar o sistema de extração	
	Projetar o sistema mecânico	
	Projetar o sistema de guias e alinhamento	
	Projetar o sistema de ventilação	
	Desenvolver o conjunto machos/cavidade/gavetas	
	Outros:	

### Resultado da Pesquisa

Tabela A.4 - Resultado do perfil do (a) respondente e caracterização da empresa (Continua)

	Pergunta	%	Opção
1.3	Experiência como projetista de moldes de injeção:	0	Menos de 1 ano
		22	Entre 1 e 5 anos
		17	Entre 6 e 10 anos
		6	Entre 11 e 15 anos
		17	Entre 16 e 20 anos
		38	Mais de 20 anos
1.4	Qualificação dos projetistas:	56	Técnico
		22	Graduação
		22	Especialização ( <i>latu-sensu</i> )
		0	Mestrado
		0	Doutorado
1.5	Ramo de atuação das empresas:	41	Automobilístico
		6	Informática/Telefonia
		6	Brinquedos
		8	Agro-Industrial
		28	Utensílios Domésticos
		11	Outros

Tabela A.4 - Resultado do perfil do (a) respondente e caracterização da empresa  
(Continuação)

1.6	Número de funcionários:	16,67	0 a 10
		11,11	11 a 20
		16,67	21 a 30
		16,67	31 a 40
		16,67	41 a 50
		11,11	51 a 60
		11,11	Acima de 60
1.7	Média de moldes fabricados por ano:	29,41	0 a 20
		35,29	21 a 40
		23,53	41 a 60
		5,88	61 a 80
		5,88	81 a 100
		0	Acima de 100
1.8	Mercado a qual se destina os moldes	96	Interno
		4	Externo

Tabela A.5 Resultado do ambiente do processo de projeto de moldes de injeção (Continua)

N°	Pergunta	%	Opção
2.1	Softwares utilizados:	28	AutoCad
		22	Power Shape
		16	Pro-Engineer
		06	SolidEdge
		16	SolidWorks
		03	Unigraphics
		09	Outros
2.2	Utilização de CAE:	17	Sim, em todos os projetos
		55	Sim, mas apenas para o projeto de peças mais complexas
		28	Não
	Se sim, qual o software utilizado?	91	Moldflow
		0	Ansys
		09	Cosmos
		0	C-Mold
		0	Nastan
		0	Outros

Tabela A.5 Resultado do ambiente do processo de projeto de moldes de injeção  
(Continua)

2.2	Se não utiliza, qual o motivo:	0	Não há necessidade
		29	Elevado custo da hora de trabalho para modelamento e análise
		71	O cliente fornece
		0	Outro
2.3	Qual o critério para definir quem executará o projeto do molde:	72	Nível de conhecimento
		17	Tipo de produto
		11	Quem estiver disponível
		0	Outro
2.4	Treinamento e atualização da mão-de-obra:	12	Universidade
		31	Cursos técnicos
		0	Cursos no exterior
		26	Visitas técnicas
		24	Feiras
		7	Outros
2.5	Qual o "lead-time" (tempo total necessário para projetar um molde) médio de projeto?	100	0 a 30 dias
		0	60 dias
		0	90 dias
		0	120 dias
		0	Outro
2.6	De que forma o projeto é acelerado caso seja necessário?	35	Distribui as tarefas do projeto
		65	Faz horas extras
		0	Outro
2.7	Quem faz a revisão do projeto?	0	Não é realizada
		18	Uma equipe
		76	Um responsável
		6	Outro
2.8	A transferência de informações entre cliente, ferramentaria e projeto é adequada?	71	Sim
		29	Não
	Se não, qual o maior problema?	40	Falta de informações
		60	O produto ainda está em fase de desenvolvimento.
		0	Outro
2.9	Informações de projetos anteriores são utilizadas em novos projetos	100	Sim
		0	Não

Tabela A.5 Resultado do ambiente do processo de projeto de moldes de injeção  
(Continuação)

2.9	Quais informações são utilizadas?	63	Geometria CAD
		14	Textos
		14	Desenhos técnicos impressos
		9	Outros
	Como são armazenadas estas informações?	12	Papel
		60	Arquivo eletrônico
		24	Intranet (rede interna)
		4	Outros
2.10	Quando o projeto está na fabricação há retorno devido a possíveis problemas?	94	Sim
		6	Não
	Se sim, quais?	17	Orientação
		83	Modificação no molde
		0	Outros
	Estes problemas são documentados após serem solucionados?	100	Sim
		0	Não
	Como são armazenadas estas informações?	27	Papel
		68	Arquivo eletrônico
		5	Outro
2.11	Após a entrega do molde e início da produção, há algum retorno (informações)?	78	Sim
		22	Não
	Se sim, quais?	65	Melhorias
		25	Problemas
		10	Outro
2.12	Caso ocorra problemas durante a produção do produto plástico (injeção) estas informações são documentadas?	76	Sim
		24	Não
	Se sim, como são armazenadas?	33	Papel
		62	Arquivo eletrônico
		5	Outro
2.13	Um sistema computacional de registro de informações para auxiliar na tomada de decisões de novos projetos é importante?	100	Sim
		0	Não
	O que deveria conter neste sistema?	46	Geometria
		32	Textos
		19	Links
		3	Outros

Tabela A.6 - Resultado das práticas no processo de desenvolvimento do projeto do molde de injeção (Continua)

N°	Pergunta	%	Opção
3.1	A ferramentaria recebe do cliente:	50	Desenho em arquivo eletrônico
		24	Desenho impresso
		26	Amostra física
		0	Outros
3.2	Informações avaliadas para dar início ao processo de projeto:		
	Produto:	29	Forma geométrica
		13	Utilização
		21	Produção prevista
		16	Acabamento posterior à moldagem
		21	Peso
		0	Outros
	Material Plástico:	29	Tipo
		32	Contração
		23	Características de moldagem
		16	Pressão específica de moldagem
		0	Outro:
	Máquina injetora:	11	Vão livre entre colunas
		9	Capacidade de injeção
		4	Superfície injetável
		10	Altura mínima e máxima do molde
		11	Curso de abertura da máquina
		5	Manipulador para tirar a peça
		10	Força de fechamento
		10	Furo de centragem
		9	Sistema de fixação do molde
		10	Sistema de resfriamento
10		Sistema de extração	
1	Outro		

Tabela A.6 - Resultado das práticas no processo de desenvolvimento do projeto do molde de injeção (Continuação)

	Item	%	Quem especifica?	%	Como?
3.3	Máquina que receberá o molde	80,95	Cliente	47,67	Estimado
		14,29	Projetista	53,33	Calculado
		4,76	Ferramentaria		
	Vida útil do molde	57,14	Cliente	69,23	Estimado
		23,81	Projetista	30,77	Calculado
		19,05	Ferramentaria		
	Definição do número de cavidades	68,18	Cliente	26,67	Estimado
		22,73	Projetista	73,33	Calculado
		9,09	Ferramentaria		
	Balanceamento das cavidades	0	Cliente	31,25	Estimado
		90	Projetista	68,75	Calculado
		10	Ferramentaria		
	Tipo e dimensionamento dos canais de alimentação	5	Cliente	27,78	Estimado
		85	Projetista	72,22	Calculado
		10	Ferramentaria		
	Balanceamento dos canais de alimentação	0	Cliente	17,65	Estimado
		90	Projetista	82,35	Calculado
		10	Ferramentaria		
	Tipo e dimensionamento dos canais de distribuição	0	Cliente	27,78	Estimado
		89,47	Projetista	72,22	Calculado
		10,53	Ferramentaria		
	Definição do ponto de injeção	14,29	Cliente	37,5	Estimado
		71,43	Projetista	62,5	Calculado
		14,29	Ferramentaria		
	Posição e quantidade de extratores	9,09	Cliente	64,71	Estimado
		81,82	Projetista	35,29	Calculado
		9,09	Ferramentaria		
	Força dos extratores	5,26	Cliente	50	Estimado
		89,47	Projetista	50	Calculado
		5,26	Ferramentaria		
Refrigeração	4,76	Cliente	41,18	Estimado	
	85,71	Projetista	58,82	Calculado	
	9,52	Ferramentaria			

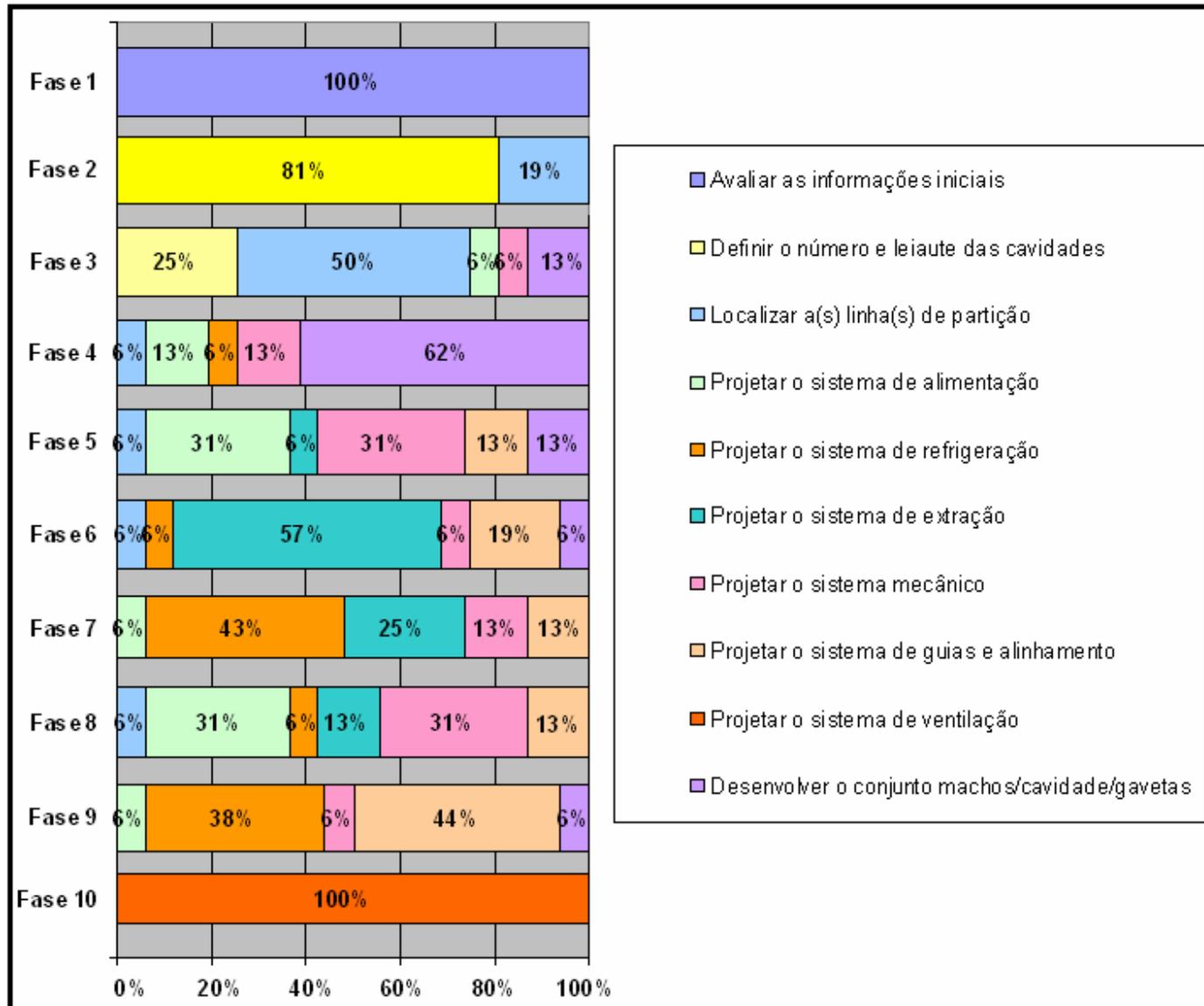


Figura A.1 – Resultado das fases que devem ser seguidas no desenvolvimento do projeto dos moldes de injeção.

**APÊNDICE B**  
**PROJETO INFORMACIONAL: FORMULÁRIO DE IDENTIFICAÇÃO DOS REQUISITOS**  
**DOS CLIENTES**

<b>CLIENTE:</b>		
Nome do Produto: _____		
Ordem de Serviço: _____		
Prazo de Entrega do Molde: _____		
<input type="checkbox"/> Desenho Impresso	<input type="checkbox"/> Arquivo Eletrônico	<input type="checkbox"/> Amostra Física
<b>PARÂMETROS DO PRODUTO INJETADO</b>		
Desenho 2D <input type="checkbox"/>	Desenho 3D <input type="checkbox"/>	
Material Plástico a ser injetado: _____		
Peso aproximado (gr): _____		
Utilização: _____		
Acabamento: Textura <input type="checkbox"/>	Espelhado <input type="checkbox"/>	Rugosidade ( $\mu\text{m}$ ): _____
Produção Prevista (n° de peças/mês): _____		
Máquina Injetora definida?	Sim <input type="checkbox"/>	Não <input type="checkbox"/>
	Modelo: _____	
N° de Cavidades definidas?	Não <input type="checkbox"/>	Sim <input type="checkbox"/>
	Quantas? _____	
Linhas de Solda aceitáveis?	Sim <input type="checkbox"/>	Não <input type="checkbox"/>
Linha de abertura do molde aceitável?	Sim <input type="checkbox"/>	Não <input type="checkbox"/>
Linha de emenda de machos e postigos aceitáveis?	Sim <input type="checkbox"/>	Não <input type="checkbox"/>
Marcas de Injeção aceitáveis?	Sim <input type="checkbox"/>	Não <input type="checkbox"/>
Marcas de Extração aceitáveis?	Sim <input type="checkbox"/>	Não <input type="checkbox"/>

**APÊNDICE C**  
**PROJETO INFORMACIONAL: FORMULÁRIO DE IDENTIFICAÇÃO DAS RESTRIÇÕES**  
**DO MOLDE**

<b>Máquina Injetora</b>				
Modelo:				
Marca:				
Vão livre entre as colunas (mm)				
Capacidade de injeção (gramas)				
Altura mínima do molde (mm)				
Altura máxima do molde (mm)				
Curso de abertura da máquina (mm)				
Força de fechamento (toneladas)				
Furo de centragem (mm)				
Sistema de fixação do molde (mm)				
Curso de extração (mm)				
Sistema de resfriamento				
Pressão de injeção				
Vazão de injeção				
Manipulador para tirar a peça	Manual		Robô	Automatizado

<b>Material Plástico</b>	
Tipo do Material Plástico	
Contração (%)	
Características de moldagem	
Pressão específica de moldagem	

<b>Produto</b>				
Necessidade de aplicação de câmara quente / bico quente?	Sim		Não	
Ângulo de saída para a desmoldagem?				
Linha de fechamento				

## APÊNDICE D

### PROJETO INFORMACIONAL: FORMULÁRIO DE ESPECIFICAÇÕES DO MOLDE

Existe Projeto Similar? Não  Sim  Qual: \_\_\_\_\_

Número de cavidades: \_\_\_\_\_

Cavidades:  Direta  Insertos | Material: \_\_\_\_\_

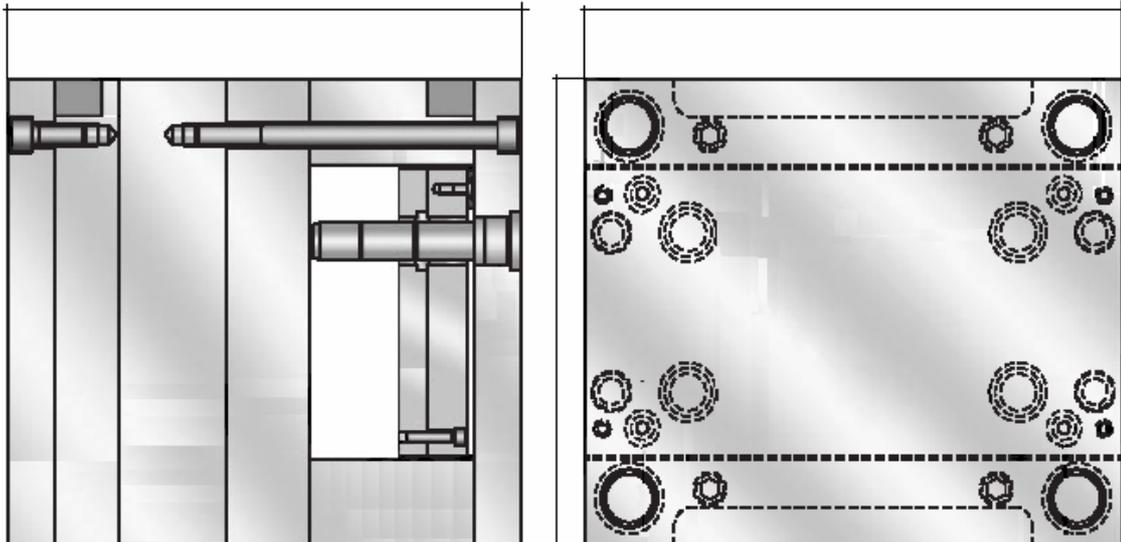
Tipo de Injeção:  Direta  Submarina  
 Leque  \_\_\_\_\_  
 Câmara Quente  Bico Quente

Elementos móveis:  Gaveta  Mandíbula  Desrosqueador

Extração da peça:  Pino  Lâmina  Placas  
 Buchas  Mandíbula

Refrigeração:  Manifold  Conexões embutidas

Dimensões do Molde:



## APÊNDICE E

### PROJETO CONCEITUAL: LISTA DE VERIFICAÇÃO DA CONCEPÇÃO DO MOLDE

ITENS A ANALISAR			
Cavidade / Macho	Sim	Não	Ações
Material adequado para o termoplástico processado			
Contração utilizada			
Verificação de ângulos de saída			
Melhor configuração e dimensionamento de canal de injeção			
Melhor configuração e dimensionamento de entrada de material na peça			
Verificação de balanceamento de injeção			
Cálculo de componentes quanto a resistência estrutural			
Avaliação de áreas críticas para formação de rebarbas			
Possibilidade de deformação de componentes pequenos			
Avaliação de preenchimento e extração de nervuras			
Simplificação do molde para acesso à partes de maior manutenção			
Quantidade e distribuição de extratores adequada			
Risco de colisão entre extratores e partes móveis			
Curso de extração suficiente			
Curso de parte móvel (came, pino inclinado) suficiente			
Retenção do produto no lado da extração			
Retenção e extração de canal de injeção e poço frio			
Curso de extração do canal de injeção suficiente (molde de 3ª placa)			
Saídas de ar			
Melhor configuração e dimensionamento de canais de refrigeração			
Travamento adequado de partes móveis			
Bucha de injeção conforme bico da injetora			
Guias e Alinhamento	Sim	Não	Ações
Colunas e guias bem dimensionadas			
Anel de centragem (superior e inferior) conforme injetora			

## APÊNDICE F

### FLUXO DE ATIVIDADES, TAREFAS E FORMULÁRIOS DE GC DA FASE DE PROJETO INFORMATIVO DO MOLDE DE INJEÇÃO

#### F.1 - Preparar informações do projeto do molde

Na figura F.1 são apresentadas as tarefas propostas da atividade de Preparar informações do projeto da fase de projeto informativo do molde de injeção.

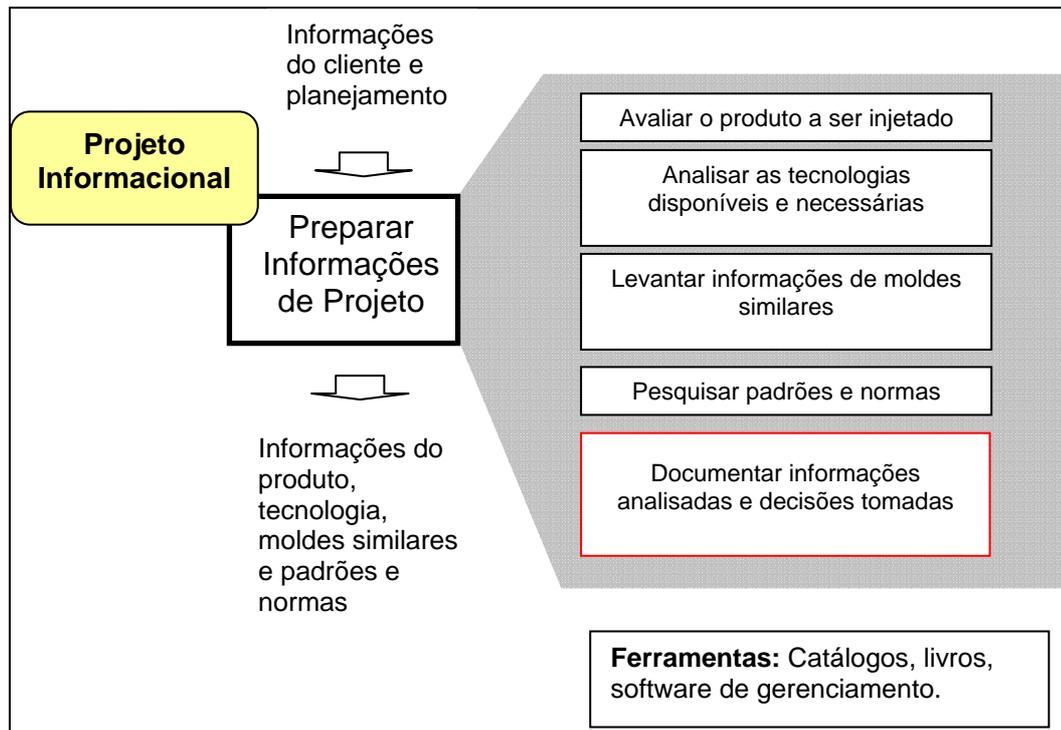


Figura F.1 – Tarefas da atividade de preparar informações do projeto do molde.

##### F.1.1 - Documentar informações analisadas e decisões tomadas

Para auxiliar os responsáveis pelo projeto do molde a realizar esta tarefa, propõe-se utilizar um formulário conforme figura F.2. O mesmo é formado pela descrição das informações analisadas e suas justificativas.

	<b>POSMEC</b>   <b>UFSC</b> Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica Universidade Federal de Santa Catarina	
<b>Formulário de Gestão do Conhecimento</b> <b>Preparar Informações do Projeto do Molde</b>		

Informações Analisadas	Motivo
<b>Produto a ser Injetado:</b>	
<input type="checkbox"/> Geometria	
<input type="checkbox"/> Diferencial do produto*	
<b>Planejamento da Ferramentaria;</b>	
<input type="checkbox"/> Projetos em andamento	
<input type="checkbox"/> Recursos humanos	
<input type="checkbox"/> Processos de fabricação do molde	
<input type="checkbox"/> Equipamentos disponíveis	
<b>Moldes Similares:</b>	
<input type="checkbox"/> Geometria do produto	
<input type="checkbox"/> Princípios de solução do molde	
<b>Normas e Padrões:</b>	
<input type="checkbox"/> Normas técnicas	
<input type="checkbox"/> Componentes padronizados (fornecedores)	
<b>Outros:</b>	

\* Detalhes do produto que podem gerar soluções mais complexas ou inusitadas

Figura F.2 - Formulário de GC na preparação de informações do projeto do molde.

## F.2 - Identificar os requisitos do cliente do molde

Na figura F.3 são apresentas as tarefas da atividade de identificar os requisitos do cliente do molde da fase de projeto informacional do molde de injeção.

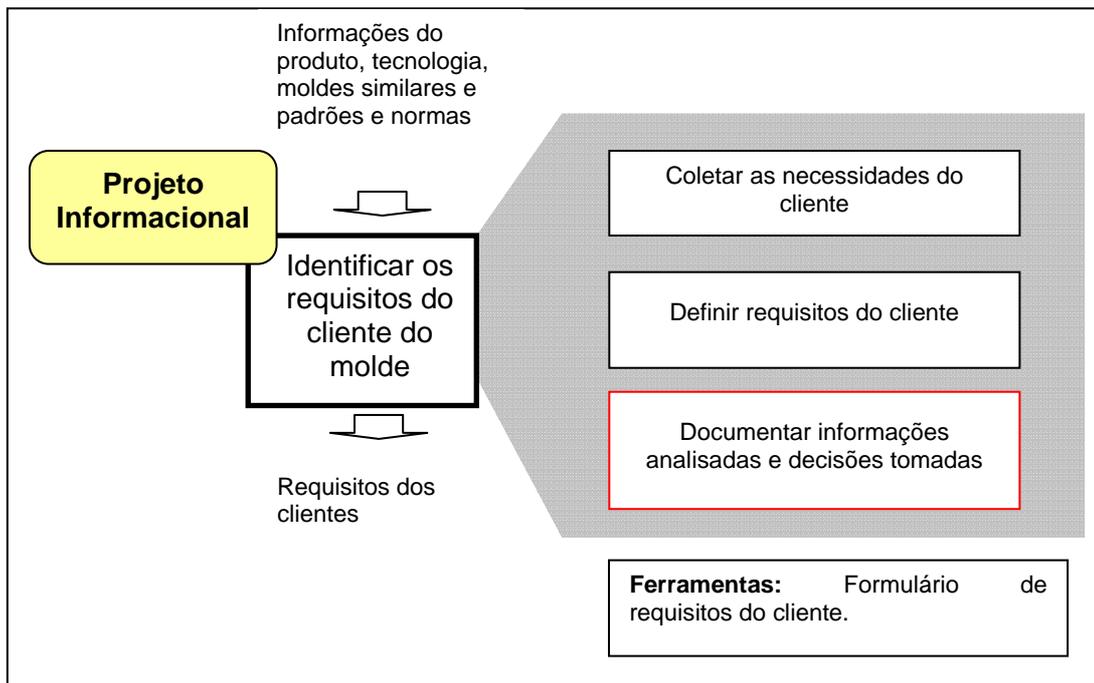


Figura F.3 – Tarefas da atividade de identificar requisitos do cliente.

### F.2.1 - Documentar informações analisadas e decisões tomadas

Para auxiliar os responsáveis pelo projeto do molde a realizar esta tarefa, propõe-se utilizar um formulário conforme figura F.4. O mesmo é formado pela identificação dos responsáveis pela definição de certas características do molde.

 <p><b>POSMEC   UFSC</b>  <small>Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica          Universidade Federal de Santa Catarina</small></p>
<b>Formulário de Gestão do Conhecimento</b> <b>Identificar Requisitos do Cliente do Molde</b>

<b>Decisões Tomadas</b>
-------------------------

<b>Quem definiu a Máquina Injetora a ser utilizada?</b>	<b>Motivos da escolha:</b>
<input type="checkbox"/> Projetista <input type="checkbox"/> Cliente <input type="checkbox"/> Outro _____	
<b>Quem definiu o Material plástico a ser utilizado?</b>	<b>Motivos da escolha:</b>
<input type="checkbox"/> Projetista <input type="checkbox"/> Cliente <input type="checkbox"/> Outro _____	
<b>Quem definiu o número de cavidades do molde?</b>	<b>Motivos da escolha:</b>
<input type="checkbox"/> Projetista <input type="checkbox"/> Cliente <input type="checkbox"/> Outro _____	
<b>Foram sugeridas modificações no produto?*</b>	<b>Qual modificação e o motivo:</b>
<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não Se sim, quem sugeriu? _____	

\* Modificações no produto a fim de tornar o projeto do molde mais simples.

Figura F.4 - Formulário de GC na identificação dos requisitos do cliente do molde.

### F.3 - Definir restrições do molde

Na figura F.5 são apresentadas as tarefas da atividade de definir restrições do molde da fase de projeto informacional do molde de injeção.

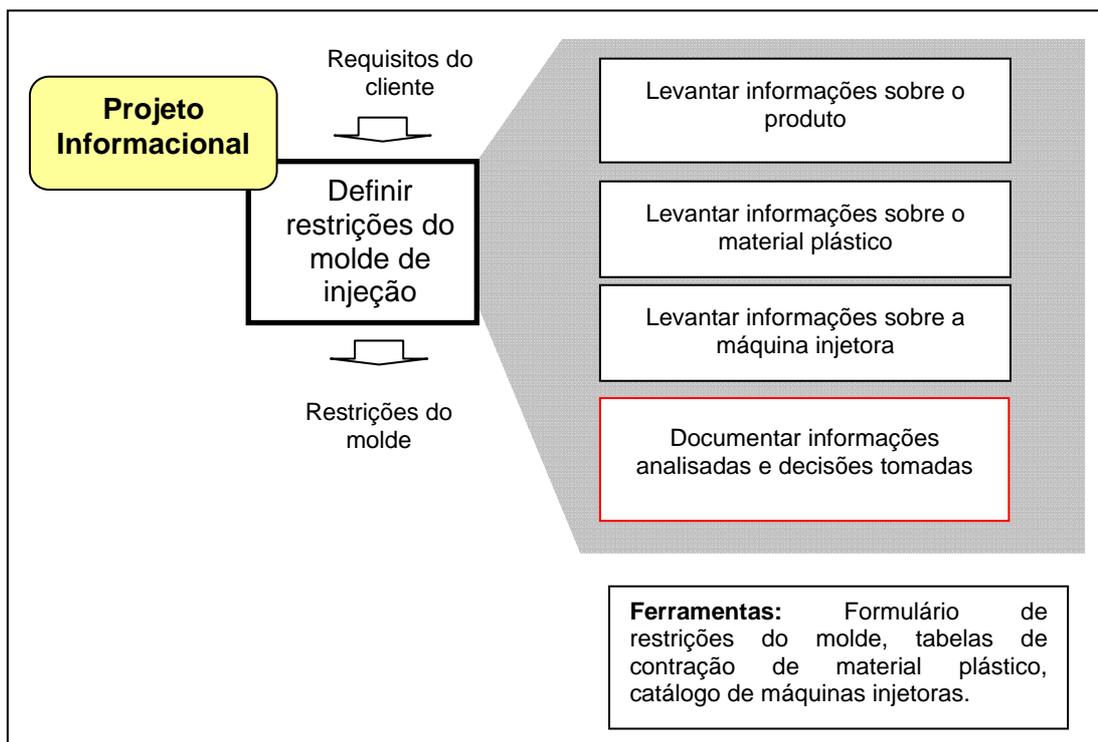


Figura F.5 – Tarefas da atividade de definir restrições do molde

#### F.3.1 - Documentar informações analisadas e decisões tomadas

Para auxiliar os responsáveis pelo projeto do molde a realizar esta tarefa, propõe-se utilizar um formulário conforme figura F.6. O mesmo é formado pela descrição das informações analisadas e suas justificativas

	<b>POSMEC</b>   UFSC Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica Universidade Federal de Santa Catarina	
<b>Formulário de Gestão do Conhecimento</b> <b>Definir Restrições do Molde</b>		

<b>Informações Analisadas</b>
-------------------------------

	<b>Máquina Injetora</b>	<b>Motivo</b>
	Vão livre entre as colunas	
	Capacidade de injeção	
	Altura mínima do molde	
	Altura máxima do molde	
	Curso de abertura da máquina	
	Força de fechamento	
	Furo de centragem	
	Sistema de fixação do molde	
	Curso de extração	
	Sistema de resfriamento	
	Pressão de injeção	
	Vazão de injeção	
	Manipulador para tirar a peça	
	Outros:	
<b>Material Plástico</b>		<b>Motivo</b>
	Tipo do Material Plástico	
	Contração (%)	
	Características de moldagem	
	Pressão específica de moldagem	
	Outros:	
<b>Produto a ser Injetado</b>		<b>Motivo</b>
	Ângulo de saída	
	Outros:	
	Como foi definida a linha de Partição?	

Figura F.6 - Formulário de GC na definição das restrições do molde.

#### F.4 - Definir especificações do molde

Na figura F.7 são apresentadas as tarefas da atividade de definir especificações do projeto da fase de projeto informacional do molde de injeção.

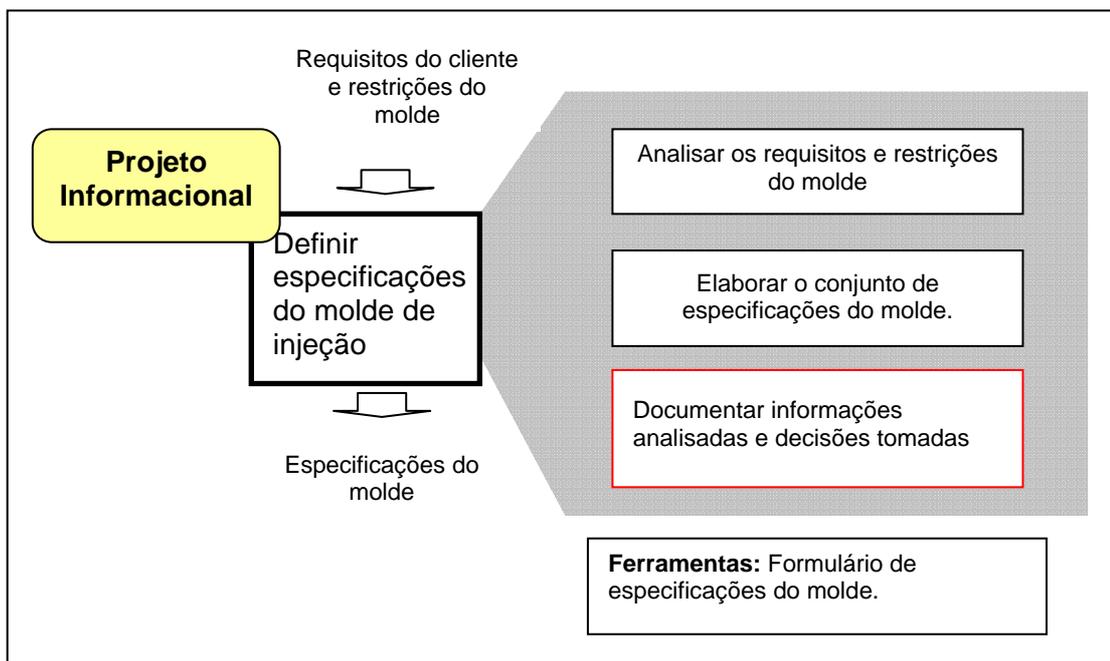


Figura F.7 - Tarefas da atividade de definir especificações do molde.

##### F.4.1 Documentar informações analisadas e decisões tomadas

Para auxiliar os responsáveis pelo projeto do molde a realizar esta tarefa, propõe-se utilizar um formulário conforme figura F.8. O mesmo compreende a descrição das possíveis soluções para os sistemas de injeção, refrigeração e extração com suas respectivas justificativas.

 <p><b>POSMEC   UFSC</b>          Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica          Universidade Federal de Santa Catarina</p>
<b>Formulário de Gestão do Conhecimento          Definir Especificações do Molde</b>

<b>Decisões Tomadas</b>
-------------------------

A cavidade será?	Motivos da escolha:
<input type="checkbox"/> Direta  <input type="checkbox"/> Inserto	
Qual será o material da cavidade?	Motivos da escolha:
Qual será o tipo de injeção?	Motivos da escolha:
Terá elementos móveis?	Qual modificação e o motivo:
<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não  Se sim, qual (s)?  <input type="checkbox"/> Gaveta <input type="checkbox"/> Mandíbula <input type="checkbox"/> Desrosqueador	
Qual será o tipo de extração?	Motivos da escolha:
Qual será o tipo de refrigeração?	Motivos da escolha:

Figura F.8 - Formulário de GC na definição das especificações do molde.

**APÊNDICE G**  
**FLUXO DE ATIVIDADES, TAREFAS E FORMULÁRIOS DE GC DA FASE DE PROJETO**  
**CONCEITUAL DO MOLDE DE INJEÇÃO**

**G.1 - Definir o leiaute das cavidades**

Na figura G.1 são apresentas as tarefas da atividade de Definir o leiaute das cavidades da fase de projeto conceitual do molde de injeção.

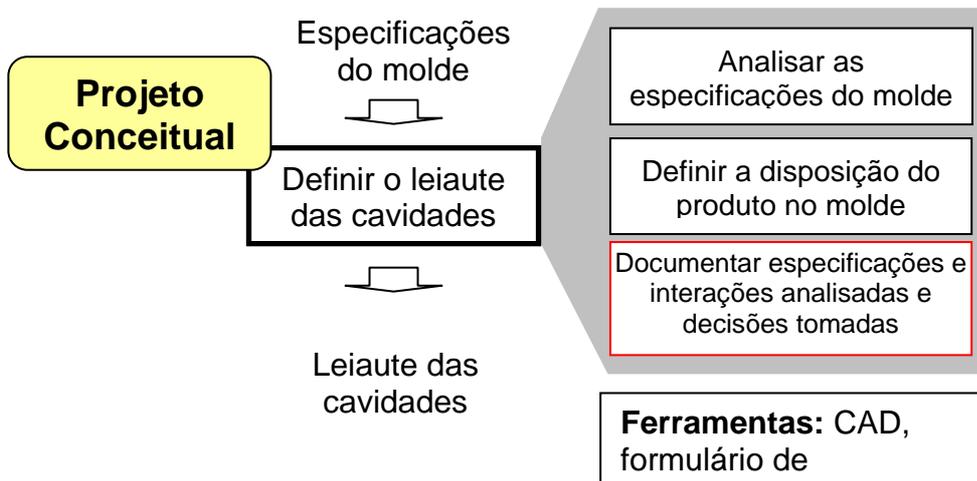


Figura G.1 - Tarefas da atividade de definir o leiaute das cavidades.

**G.1.1 - Documentar especificações e interações analisadas e decisões tomadas**

Para auxiliar os responsáveis pelo projeto do molde a realizar esta tarefa, propõe-se utilizar um formulário conforme figura G.2. O mesmo é formado pela descrição das especificações e interações analisadas e da definição da disposição do leiaute a ser utilizado.



### Formulário de Gestão do Conhecimento na atividade de definir o leiaute das cavidades

Especificações analisadas:	Motivo:
<input type="checkbox"/> Número de cavidades <input type="checkbox"/> Vão livre entre as colunas da máquina injetora <input type="checkbox"/> Elementos móveis <input type="checkbox"/> Dimensões do molde <input type="checkbox"/> Projetos similares <input type="checkbox"/> Outros	      
Atividades de interação:	Motivo:
<input type="checkbox"/> Localizar linha(s) de partição <input type="checkbox"/> Desenvolver o conjunto macho/cavidade/gavetas <input type="checkbox"/> Projetar sistema de alimentação <input type="checkbox"/> Projetar sistema mecânico <input type="checkbox"/> Projetar sistema de extração <input type="checkbox"/> Projetar sistema de refrigeração <input type="checkbox"/> Projetar sistema guias e alinhamento <input type="checkbox"/> Projetar sistema de ventilação	        



## G.2 - Localizar a(s) linha(s) de partição do molde

Na figura G.3 são apresentadas as tarefas da atividade de localizar a(s) linha(s) de partição do molde da fase de projeto conceitual do molde de injeção.

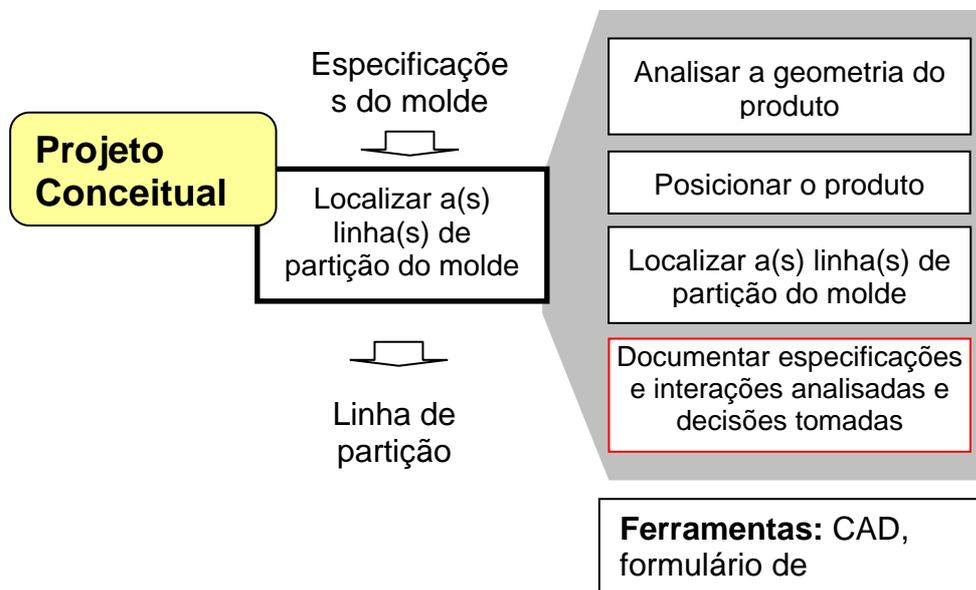


Figura G.3 - Tarefas da atividade de localizar a(s) linha(s) de partição do molde.

### G.2.1 - Documentar especificações e interações analisadas e decisões tomadas

Para auxiliar os responsáveis pelo projeto do molde a realizar esta tarefa, propõe-se utilizar um formulário conforme figura G.4. O mesmo é formado pela descrição das especificações e interações analisadas e descrição da localização da linha de partição.



**Formulário de Gestão do Conhecimento na atividade  
Localizar a(s) linha(s) de partição do molde**

Informações Analisadas	Motivo:
<input type="checkbox"/> Geometria da peça	
<input type="checkbox"/> Ângulo de saída para a desmoldagem	
<input type="checkbox"/> Linha de fechamento previa	
<input type="checkbox"/> Elementos móveis	
<input type="checkbox"/> Acabamento	
<input type="checkbox"/> Linhas de solda	
<input type="checkbox"/> Linha de abertura	
<input type="checkbox"/> Linha de emenda de machos e postigos	
<input type="checkbox"/> Marcas de extração	
<input type="checkbox"/> Projetos similares	
<input type="checkbox"/> Outros: _____	





### G.3 - Desenvolver o conjunto machos/cavidades/gavetas

Na figura G.5 são apresentadas as tarefas da atividade de desenvolver o conjunto machos/cavidades/gavetas do molde da fase de projeto conceitual do molde de injeção.

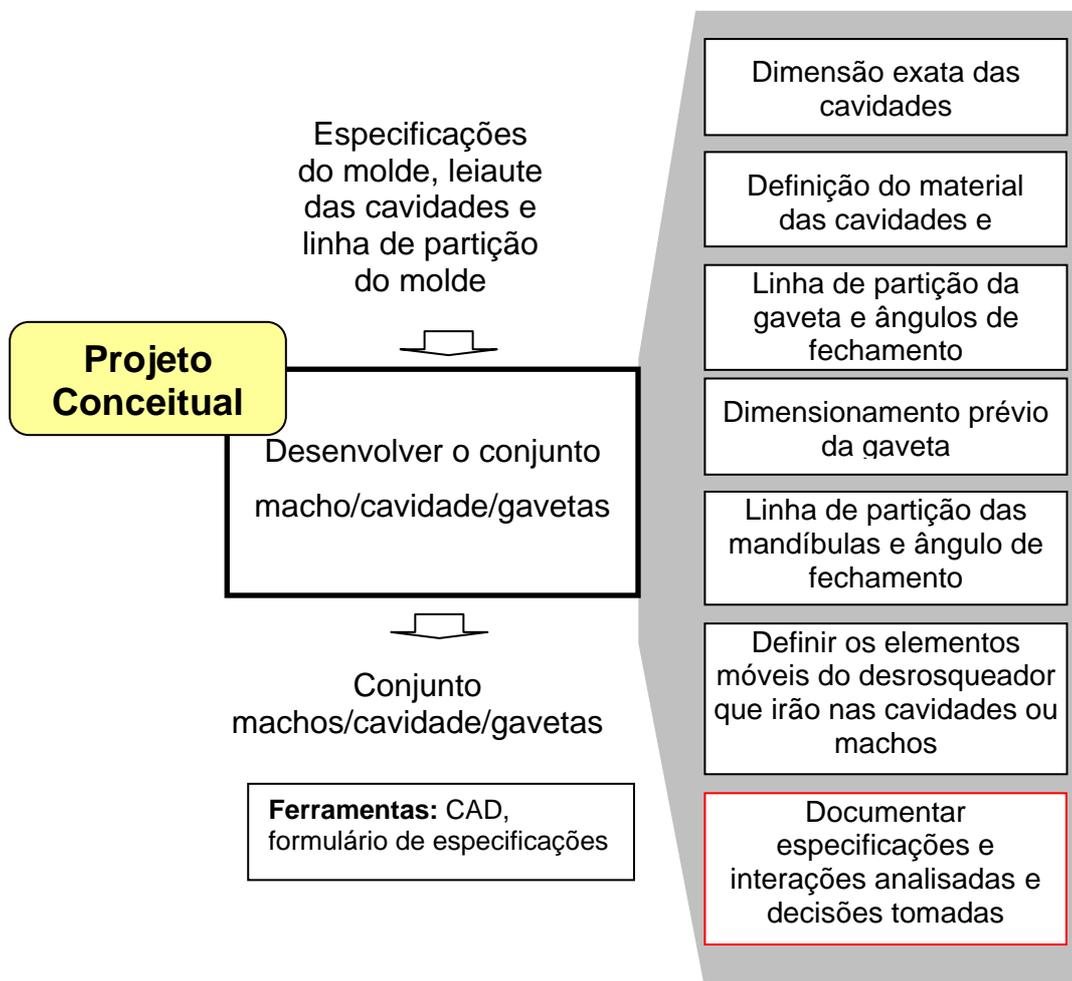


Figura G.5 - Tarefas da atividade de desenvolver o conjunto machos/cavidades/gavetas.

#### G.3.1 - Documentar especificações e interações analisadas e decisões tomadas

Para auxiliar os responsáveis pelo projeto do molde a realizar esta tarefa, propõe-se utilizar um formulário conforme figura G.6. O mesmo é formado pela descrição das especificações e interações analisadas e descrição do conjunto a ser utilizado.



### Formulário de Gestão do Conhecimento na atividade de Desenvolver o conjunto macho/cavidade/gavetas

Informações Analisadas	Motivo
<input type="checkbox"/> Geometria da peça <input type="checkbox"/> Elementos móveis <input type="checkbox"/> Material das cavidades e insertos <input type="checkbox"/> Contração do material plástico <input type="checkbox"/> Pressão de injeção <input type="checkbox"/> Projetos similares <input type="checkbox"/> Outros _____	       
<b>Atividades de interação:</b>	
<input type="checkbox"/> Definir o leiaute das cavidades <input type="checkbox"/> Localizar linha(s) de partição <input type="checkbox"/> Projetar sistema de alimentação <input type="checkbox"/> Projetar sistema mecânico <input type="checkbox"/> Projetar sistema de extração <input type="checkbox"/> Projetar sistema de refrigeração <input type="checkbox"/> Projetar sistemas de guia e alinhamento <input type="checkbox"/> Projetar sistema de ventilação	         

3. Desenvolver o conjunto macho/cavidade/gavetas (continuação)	
Qual conjunto será utilizado?	_____
Justificar:	_____ _____ _____ _____ _____
<div style="border: 1px solid black; height: 100px; width: 100%;"></div>	
Análise da Concepção do Molde de Injeção	
Houve algum problema com o conjunto escolhido?	Sim <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/>
Se sim, qual? E como foi solucionado?	_____ _____ _____ _____ _____ _____
Fabricação / Teste do Molde de Injeção	
Houve algum problema com o conjunto escolhido?	Sim <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/>
Se sim, qual? E como foi solucionado?	_____ _____ _____ _____

Figura G.6 - Formulário para documentar as especificações e interações analisadas e decisões tomadas na atividade de desenvolver o conjunto machos/cavidades/gavetas.

#### G.4 - Projetar sistema de alimentação

Na figura G.7 são apresentas as tarefas da atividade de desenvolver projetar sistema de alimentação do molde da fase de projeto conceitual do molde de injeção.

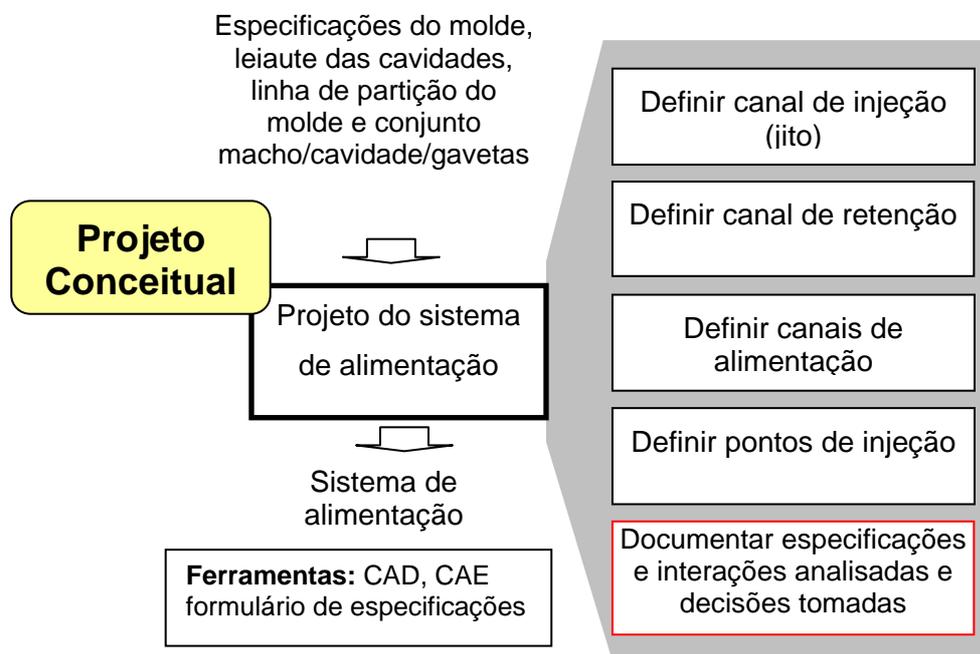


Figura G.7 - Tarefas da atividade de projetar sistema de alimentação.

##### G.4.1 - Documentar especificações e interações analisadas e decisões tomadas

Para auxiliar os responsáveis pelo projeto do molde a realizar esta tarefa, propõe-se utilizar um formulário conforme figura G.8. O mesmo é formado pela descrição das especificações e interações analisadas e descrição do tipo de sistema de alimentação a ser utilizado.



### Formulário de Gestão do Conhecimento na atividade de projetar sistema de alimentação

Informações Analisadas	Motivo
<input type="checkbox"/> Geometria da peça	
<input type="checkbox"/> Tipo de injeção	
<input type="checkbox"/> Material plástico	
<input type="checkbox"/> Característica de moldagem	
<input type="checkbox"/> Pressão de injeção	
<input type="checkbox"/> Vazão de injeção	
<input type="checkbox"/> Pressão de injeção	
<input type="checkbox"/> Peso aproximado	
<input type="checkbox"/> Projetos similares	
<input type="checkbox"/> Outros _____	





## G.5 - Projetar sistema mecânico

Na figura G.9 são apresentadas as tarefas da atividade de projetar sistema mecânico do molde da fase de projeto conceitual do molde de injeção.

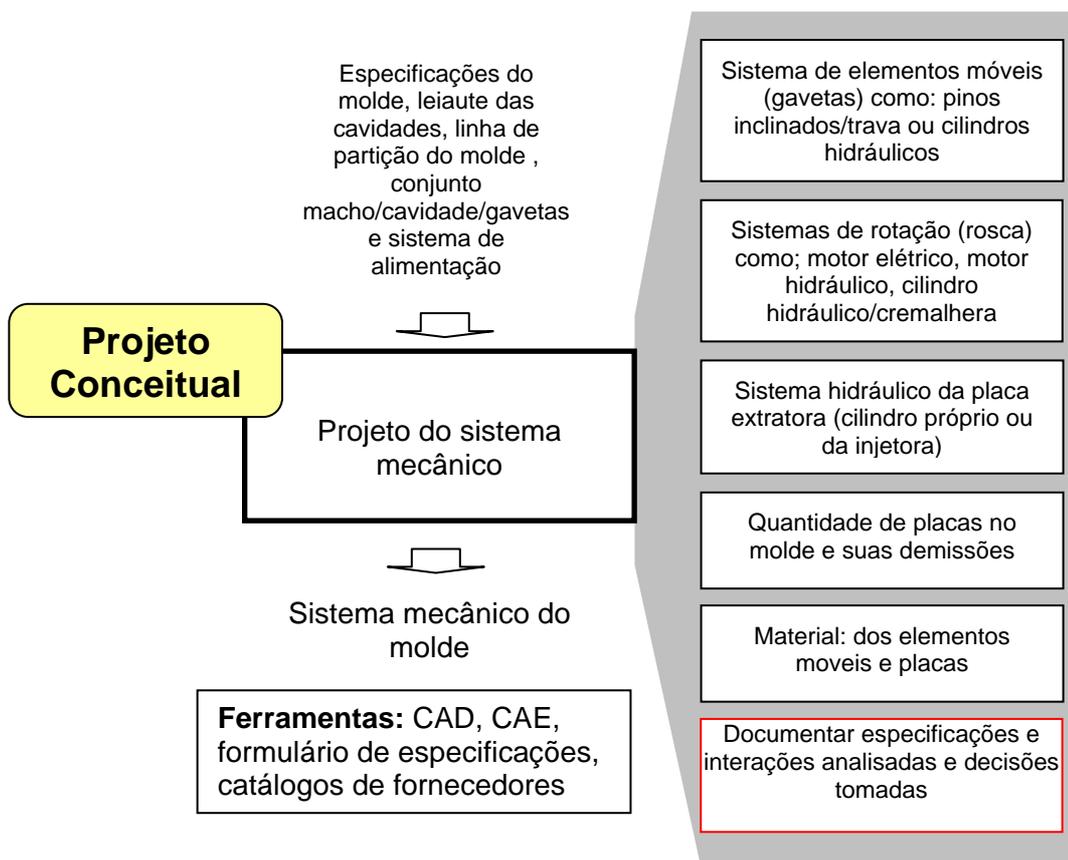


Figura G.9 - Tarefas da atividade de projetar sistema mecânico.

### G.5.1 - Documentar especificações e interações analisadas e decisões tomadas

Para auxiliar os responsáveis pelo projeto do molde a realizar esta tarefa, propõe-se utilizar um formulário conforme figura G.10. O mesmo é formado pela descrição das especificações e interações analisadas e descrição do tipo de sistema de mecânico a ser utilizado.



## Formulário de Gestão do Conhecimento na atividade de projetar sistema mecânico

Informações Analisadas	Motivo
<input type="checkbox"/> Geometria da peça <input type="checkbox"/> Elementos móveis <input type="checkbox"/> Linha de abertura do molde aceitável <input type="checkbox"/> Altura mínima e máxima do molde <input type="checkbox"/> Curso de abertura da máquina injetora <input type="checkbox"/> Curso de extração da máquina injetora <input type="checkbox"/> Projetos similares <input type="checkbox"/> Outros	        
<b>Atividades de interação:</b>	
<input type="checkbox"/> Definir o leiaute das cavidades <input type="checkbox"/> Localizar linha(s) de partição <input type="checkbox"/> Desenvolver o conjunto macho/cavidade/gavetas <input type="checkbox"/> Projetar sistema de alimentação <input type="checkbox"/> Projetar sistema de extração <input type="checkbox"/> Projetar sistema de refrigeração <input type="checkbox"/> Projetar sistemas de guia e alinhamento <input type="checkbox"/> Projetar sistema de ventilação	        

**5. Projetar sistema mecânico (continuação)**

Qual o tipo de sistema mecânico a ser utilizado? \_\_\_\_\_

Justificar:

---

---

---

---

---

---

---

---

**Análise da Concepção do Molde de Injeção**

Houve algum problema com o sistema mecânico? Sim  Não

Se sim, qual? E como foi solucionado? \_\_\_\_\_

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

**Teste do Molde de Injeção**

Houve algum problema com o sistema mecânico? Sim  Não

Se sim, qual? E como foi solucionado? \_\_\_\_\_

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

Figura G.10 - Formulário para documentar as especificações e interações analisadas e decisões tomadas na atividade de projetar sistema mecânico

## G.6 - Projetar sistema de extração

Na figura G.11 são apresentas as tarefas da atividade de projetar sistema de extração do molde da fase de projeto conceitual do molde de injeção.

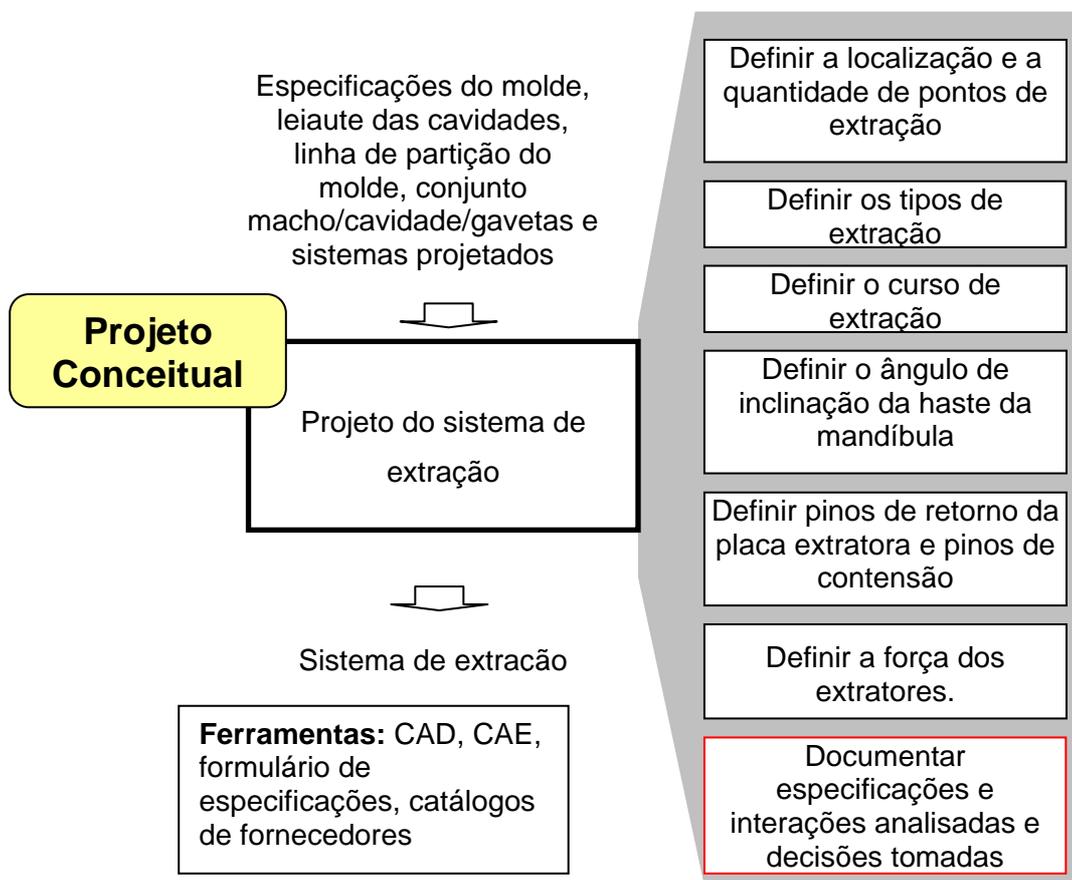


Figura G.11 - Tarefas da atividade de projetar sistema de extração.

### G.6.1 - Documentar especificações e interações analisadas e decisões tomadas

Para auxiliar os responsáveis pelo projeto do molde a realizar esta tarefa, propõe-se utilizar um formulário conforme figura G.12. O mesmo é formado pela descrição das especificações e interações analisadas e descrição do tipo de sistema de extração a ser utilizado.



6. Projetar sistema de extração (continuação)	
Qual o tipo de extração a ser utilizado?	_____
Justificar:	_____ _____ _____ _____ _____ _____
Análise da Concepção do Molde de Injeção	
Houve algum problema com o sistema de extração?	Sim <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/>
Se sim, qual? E como foi solucionado?	_____ _____ _____ _____ _____
Fabricação / Teste do Molde de Injeção	
Houve algum problema com o sistema de extração?	Sim <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/>
Se sim, qual? E como foi solucionado?	_____ _____ _____ _____ _____

Figura G.12 - Formulário para documentar as especificações e interações analisadas e decisões tomadas na atividade de projetar sistema de extração.

## G.7 - Projetar sistema de refrigeração

Na figura G.13 são apresentadas as tarefas da atividade de projetar sistema de refrigeração do molde da fase de projeto conceitual do molde de injeção.

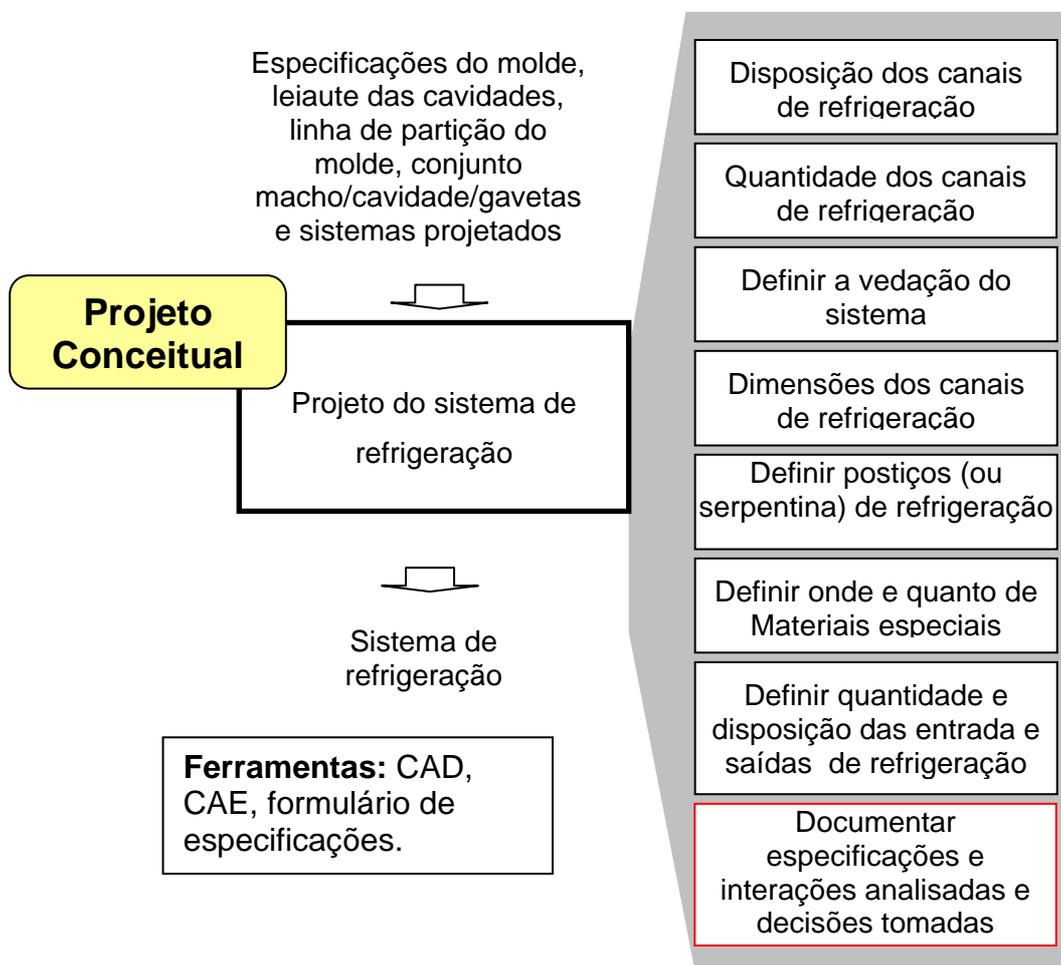


Figura G.13 - Tarefas da atividade de projetar sistema de refrigeração.

### G.7.1 - Documentar especificações e interações analisadas e decisões tomadas

Para auxiliar os responsáveis pelo projeto do molde a realizar esta tarefa, propõe-se utilizar um formulário conforme figura G.14. O mesmo é formado pela descrição das especificações e interações analisadas e descrição do tipo do sistema de refrigeração a ser utilizado.



## Formulário de Gestão do Conhecimento na atividade de projetar sistema de refrigeração

Informações Analisadas	Motivo
<input type="checkbox"/> Geometria da peça <input type="checkbox"/> Tipo de refrigeração <input type="checkbox"/> Sistema de refrigeração da máquina injetora <input type="checkbox"/> Projetos similares <input type="checkbox"/> Outros: _____	     
<b>Atividades de interação:</b>	
<input type="checkbox"/> Definir o leiaute das cavidades <input type="checkbox"/> Localizar linha(s) de partição <input type="checkbox"/> Desenvolver o conjunto macho/cavidade/gavetas <input type="checkbox"/> Projetar sistema de alimentação <input type="checkbox"/> Projetar sistema mecânico <input type="checkbox"/> Projetar sistema de extração <input type="checkbox"/> Projetar sistemas de guia e alinhamento <input type="checkbox"/> Projetar sistema de ventilação	        

**7. Projetar o sistema de refrigeração (continuação)**

Qual o Tipo do sistema de refrigeração a ser utilizado? \_\_\_\_\_

Justificar:

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

**Análise da Concepção do Molde de Injeção**

Houve algum problema com o sistema escolhido? Sim  Não

Se sim, qual? E como foi solucionado? \_\_\_\_\_

---

---

---

---

---

---

---

---

**Fabricação / Teste do Molde de Injeção**

Houve algum problema com o sistema escolhido? Sim  Não

Se sim, qual? E como foi solucionado? \_\_\_\_\_

---

---

---

---

---

---

---

---

Figura G.14 - Formulário para documentar as especificações e interações analisadas e decisões tomadas na atividade de projetar sistema de refrigeração.

## G.8 - Projetar sistema de guias e alinhamento

Na figura G.15 são apresentas as tarefas da atividade de projetar sistema de guias e alinhamento do molde da fase de projeto conceitual do molde de injeção.

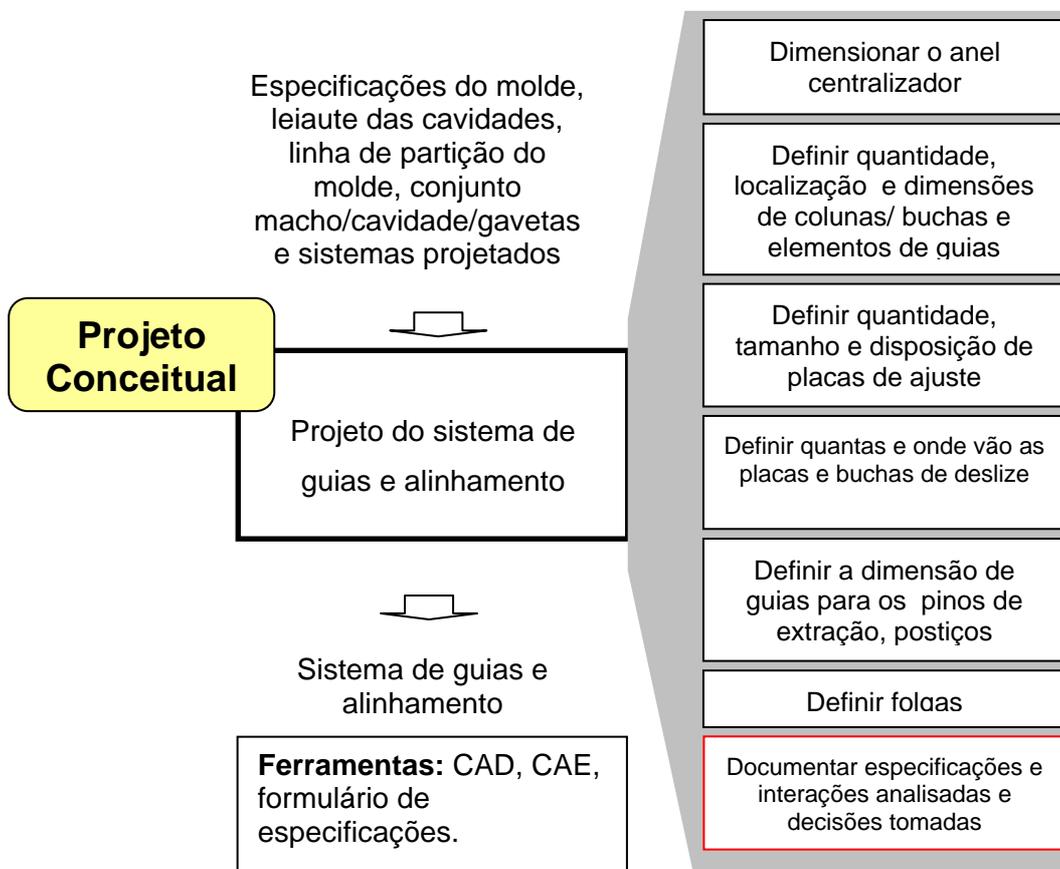


Figura G.15 - Tarefas da atividade de projetar sistema de guias e alinhamento.

### G.8.1 - Documentar especificações e interações analisadas e decisões tomadas

Para auxiliar os responsáveis pelo projeto do molde a realizar esta tarefa, propõe-se utilizar um formulário conforme figura G.16. O mesmo é formado pela descrição das especificações e interações analisadas e descrição do sistema de guias e alinhamento a ser utilizado.



## Formulário de Gestão do Conhecimento na atividade de projetar sistema de guias e alinhamento

Informações Analisadas	Motivo
<input type="checkbox"/> Furo de centragem <input type="checkbox"/> Elementos móveis <input type="checkbox"/> Vão livre entre as colunas <input type="checkbox"/> Projetos similares <input type="checkbox"/> Outros _____	     
<b>Atividades de interação;</b>	
<input type="checkbox"/> Definir o leiaute das cavidades <input type="checkbox"/> Localizar linha(s) de partição <input type="checkbox"/> Desenvolver o conjunto macho/cavidade/gavetas <input type="checkbox"/> Projetar sistema de alimentação <input type="checkbox"/> Projetar sistema mecânico <input type="checkbox"/> Projetar sistema de extração <input type="checkbox"/> Projetar sistemas de refrigeração <input type="checkbox"/> Projetar sistema de ventilação	        



## G.9 - Projetar sistema de ventilação

Na figura G.17 são apresentadas as tarefas da atividade de projetar sistema de ventilação do molde da fase de projeto conceitual do molde de injeção.

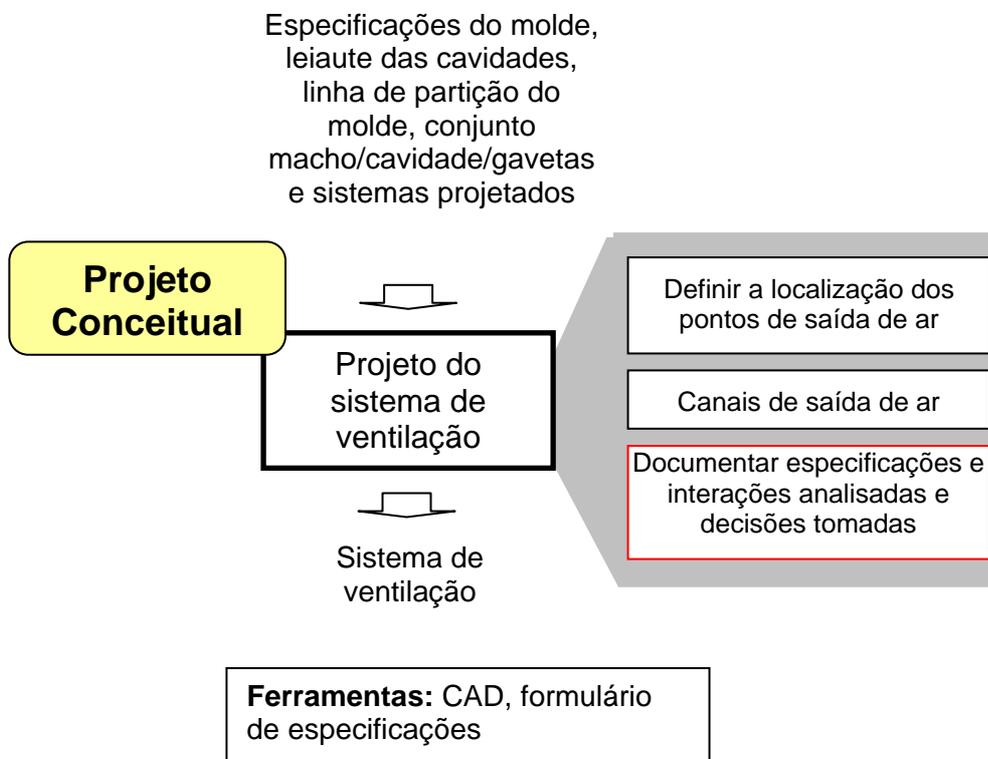


Figura G.17 - Tarefas da atividade de projetar sistema de ventilação.

### G.9.1 - Documentar especificações e interações analisadas e decisões tomadas

Para auxiliar os responsáveis pelo projeto do molde a realizar esta tarefa, propõe-se utilizar um formulário conforme figura G.18. O mesmo é formado pela descrição das especificações e interações analisadas e descrição do sistema de ventilação a ser utilizado.



## Formulário de Gestão do Conhecimento na atividade de projetar sistema de ventilação

Informações Analisadas	Motivo
<input type="checkbox"/> Geometria da peça <input type="checkbox"/> Projetos similares <input type="checkbox"/> Outros _____	
<b>Atividades de interação:</b>	
<input type="checkbox"/> Definir o leiaute das cavidades <input type="checkbox"/> Localizar linha(s) de partição <input type="checkbox"/> Desenvolver o conjunto macho/cavidade/gavetas <input type="checkbox"/> Projetar sistema de alimentação <input type="checkbox"/> Projetar sistema mecânico <input type="checkbox"/> Projetar sistema de extração <input type="checkbox"/> Projetar sistemas de refrigeração <input type="checkbox"/> Projetar sistema de guia e alinhamento	



## APÊNDICE H

## FORMULÁRIO DE GC DA FASE DE PROJETO DETALHADO DO MOLDE DE INJEÇÃO

 <b>Formulário de Gestão do Conhecimento na fase de projeto detalhado do molde</b>	
Foram utilizadas normas/melhores práticas para detalhar os componentes do molde?	
<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não	
Se sim, quais? Justificar.	
Quais itens do molde serão comprados?	
N°	Justificar
Quais itens serão fabricados?	
N°	Justificar

Figura H.1 - Formulário de Gestão do Conhecimento na fase de projeto detalhado do molde